SUR LE GISEMENT

OU

POSITION RELATIVE

DES

OPHIOLITES, EUPHOTIDES, JASPES, ETC.,

DANS QUELQUES PARTIES DES APENNINS;

PAR ALEXANDRE BRONGNIART,

Membre de l'Académie royale des Sciences, Ingénieur en chef au Corps royal des Mines, professeur de minéralogie à la Faculté des Sciences, etc.

A PARIS,

DE L'IMPRIMERIE DE MADAME HUZARD

(née VALLAT LA CHAPELLE),

Rue de l'Éperon-Saint-André-des-Arts, n°. 7.

1821.

Extrait des Annales des Mines, 1821.

THE
WILLIAM R. PERKINS
LIBRARY
OF
DUKE UNIVERSITY

Rare Books

B8695

SUR LE GISEMENT

OU

POSITION RELATIVE

DES

OPHIOLITES, EUPHOTIDES, JASPES, ETC.,

DANS QUELQUES PARTIES DES APENNINS (1).

INTRODUCTION.

On convient assez généralement aujourd'hui que le but de la géologie positive est d'arriver à connaître, le plus exactement et le plus complétement possible, la nature et la structure de l'écorce du globe, et de chercher si des lois générales et constantes ont régi cette structure.

La détermination précise des roches, des minéraux et des corps organisés fossiles qui constituent les différentes parties de cette écorce, et ensuite celle de leur superposition respective, sont les principaux moyens et peut-être les seuls qui puissent nous faire acquérir cette connaissance et nous conduire aux résultats généraux

(1) Lu à l'Académie royale des Sciences le 26 décembre 1820.

intéressans et utiles qu'elle promet. Tous les géologues sont d'accord sur ces trois propositions, et tous cherchent à découvrir par des moyens différens l'ordre de superposition des terrains et des roches qui les composent; mais tous ne s'accordent pas encore également sur l'utilité de déterminer préalablement, et indépendamment de toute autre considération, les roches qui entrent dans la structure des terrains. Les uns, sans rejeter tout-à-fait cette manière de les considérer, y attachent peu d'importance; les autres, la confondant avec l'étude des *positions respectives*, veulent que les descriptions minéralogiques accompagnent constamment les descriptions des terrains. Nous avons fait depuis long-temps nos efforts pour prouver que ces deux sujets doivent être traités séparément, que leur confusion en jette nécessairement dans la science et en retarde les progrès; nous avons vu avec plaisir ces principes admis par plusieurs géologues étrangers et francais, et nous ferons remarquer que ceux mêmes qui ne veulent pas les reconnaître explicitement sont forcés de s'y soumettre comme malgré eux dans l'exposition de leurs observations géologiques. Celles que je vais rapporter prouveront de nouveau, du moins j'ose l'espérer, la nécessité de cette distinction. On verra qu'il est très-difficile, souvent même impossible, d'arriver à déterminer la position respective des terrains composés de roches et de corps organisés fossiles particuliers, si on n'a préalablement fait connaître avec précision les différences de ces roches et de ces fossiles.

Parmi les roches dont les rapports de position dans l'ecorce du globe sont ou obscurs ou même

peu connus, on compte certains *ophiolites* (1) ou roches à base de serpentine, les euphotides et même les jaspes; malgré les travaux et les voyages nombreux que font depuis quelque temps des géologues célèbres, la connaissance des gisemens de ces roches était restée ou incomplète ou incertaine, et j'ose même dire qu'on s'en était fait, dans beaucoup de cas, une idée très-inexacte; cet état d'incertitude tenait principalement à trois causes:

1°. Au peu de fréquence de l'une de ces roches, le jaspe;

2°. A la confusion qui a régné, faute d'une bonne détermination minéralogique, entre les roches à base de serpentine de différentes formations;

3°. A la structure en grand des *ophiolites*, qui se présentent souvent en montagnes isolées sans stratification distincte, sans corps étrangers caractéristiques, etc.

Il fallait certainement cette réunion de circonstances défavorables pour soustraire le vrai

---

(1) J'ai donné les caractères de ces roches composées et ceux de leurs variétés dans mon Essai de classification minéralogique des roches mélangées, inséré dans le *Journal des Mines*, tome XXXIV, n°. 199, juillet 1813. On le trouve traduit en l'allemand dans l'ouvrage intitulé : *Taschenbuch für die gesammte Mineralogie;* von K. C. Leonhard, 9e. année, page 378, et en italien, dans l'ouvrage de M. Moretti: *Classificazione delle Rocce*, etc. Milano, 1814.

M. de Bonnard l'a inséré en entier avec quelques modifications et quelques additions, que je suis disposé à admettre, dans la 2e. édition du *Nouveau Dictionnaire d'histoire naturelle*, au mot roche.

Il y a eu de l'incertitude sur le genre du mot *ophiolite;* des raisons d'étymologie portent à le faire *masculin.*

gisement de ces roches à l'observation des géologues distingués par leur science, leur activité et leurs travaux, qui ont parcouru avant moi la partie des Apennins où j'ai eu occasion d'observer avec certitude le gisement de ces roches; j'ai acquis en même temps de nouvelles preuves de la présence de roches aussi bien cristallisées que le granit, posées sur des roches d'aggrégation aussi grossières que le grès, sur des roches parfaitement semblables à celles qui, dans le même canton, renferment des débris de corps organisés. Les faits que je vais exposer prouveront ces deux résultats, et les citations que je rapporterai feront voir que non-seulement ils n'étaient ni bien connus ni généralement admis, mais qu'on s'était souvent trompé à leur égard.

ARTICLE Ier.

Énumération et désignation des principales roches qui composent la partie des Apennins qui fait le sujet de ce mémoire.

Les parties des Apennins qui sont situées depuis Gênes jusqu'au nord de Florence et aux environs de Sienne, en n'y comprenant pas les collines qui bordent la Méditerranée, présentent trois sortes de terrains principaux, que nous désignerons par les noms suivans, sans avoir égard, dans cette énumération, à l'ordre dans lequel ils se trouvent :

1°. Le terrain *sablo-marneux-coquillier*, ou *terrain tertiaire* de Brocchi et de presque tous les géologues.

2°. Le terrain *calcaréo psammitique ; l'arenaria*, etc., des géologues italiens.

3°. Le terrain *ophiolitique* ou de serpentine(1).

Je ne nomme, dans cette énumération, le terrain tertiaire que pour faire voir qu'il n'est point oublié ; mais comme il n'a aucune relation directe avec le terrain de serpentine, objet principal de cette notice, je n'en parlerai pas ici.

Il y a quelques autres roches ou terrains, soit subordonnés à ceux-ci, soit dans une position indépendante, tels que les terrains gypseux et salins, ceux de calcaire marbre ou de calcaire saccaroïde, que je passe également sous silence, soit parce qu'ils sont étrangers à mon sujet, soit parce que je n'en connais pas exactement les rapports, soit enfin parce que je n'ai rien à en dire de plus que ce qu'en ont publié les naturalistes italiens.

Je me borne donc à examiner le rapport de position des terrains *ophiolitiques* avec les terrains *calcaréo-psammitiques*, et je dois, pour être conséquent aux principes que j'ai posés plus haut, déterminer préalablement et avec le plus d'exactitude possible les roches qui composent ces terrains.

I. Le terrain *calcaréo-psammitique* forme,

---

(1) Si la détermination, classification et dénomination minéralogique des roches étaient arrêtées et reçues plus généralement, il ne serait pas nécessaire de les décrire : il suffirait de les nommer comme on le fait pour les minéraux, ce qui serait beaucoup plus concis et beaucoup plus précis ; car il est plus court et plus exact de dire qu'un terrain renferme du quarz hyalin, du grenat pyrope, du felspath, etc., que de décrire chacune de ces pierres avec des expressions nécessairement variables et par conséquent d'une manière incertaine.

dans cette partie des Apennins, la masse principale de ces montagnes, et peut en être regardé comme la base ou terrain fondamental. Il est composé des roches suivantes :

1°. *Un psammite calcaire micacé*, c'est-à-dire une roche d'apparence arénacée, mais solide et même compacte, et dure au point de faire feu sous le choc du marteau; mêlée de plus ou moins de mica, et souvent traversée de veines de calcaire spathique : sa couleur dominante est le gris bleuâtre avec une écorce d'un brun roussâtre (*pietra serena* des Florentins. Montagne de Fiesole, près Florence; Oneille; Barigazzo).

2°. Un *psammite micacé* (*macigno* et *bardellone*, Brocchi), passant au *psammite schistoïde* et même au phyllade pailleté et alternant avec eux (Doccia; Arezzo; Fiesole).

Ces deux roches diffèrent peu l'une de l'autre.

3°. Un *calcaire compacte* très-fin, facile à casser, à cassure conchoïde, quelquefois un peu écailleuse : d'un gris cendré ou bleuâtre, avec des veines de calcaire spathique.

(A Rochetta de la Spezia; à Doccia près Florence; à Pietramala, etc.)

4°. Un *schiste marneux*, tantôt assez solide, mais très-fissile et se divisant à la manière des ardoises (entre Barigazzo et le col de Bosco-Lungo, route de Modène à Pistoie), tantôt d'un brun jaunâtre d'aspect terne, terreux même, et ressemblant à de la marne; souvent même tellement fissile et désagrégeable, qu'il n'est pas possible d'en avoir un échantillon d'une dimension propre à en faire sortir les caractères. (A Rochetta de la Spezia, sur les bords de la Cravignola). Ce schiste passe au phyllade terne

en prenant un peu de mica, au phyllade pailleté en en prenant davantage, sans pour cela cesser d'être marneux, c'est-à-dire de faire effervescence avec l'acide nitrique; bien différent par là du schiste argileux ancien, qui est terne, mais ne renferme pas de chaux et encore plus du schiste luisant.

Telles sont les roches de nature calcaire, arénacée et schisteuse qui se présentent le plus abondamment dans les parties des Apennins que j'ai désignées. Elles alternent ensemble sans ordre précis, souvent un grand nombre de fois sur un espace peu étendu; elles passent les unes dans les autres par des nuances insensibles; elles forment des montagnes entières très-élevées, des chaînes de collines et de montagnes très-étendues, et présentent quelques particularités dans leur structure, que je ferai connaître lorsque je décrirai spécialement les lieux où j'ai observé les gisemens qui font l'objet principal de ce mémoire.

II. Le terrain *ophiolitique* ou *de serpentine* se compose, dans ces mêmes contrées, des roches suivantes, qui en font la partie principale et essentielle.

1°. L'*ophiolite* verdâtre asbestifère, l'ophiolite brun diallagique, l'ophiolite amphibolique (serpentine commune).

Dans toute la vallée de la Magra et de la Vara; au nord de Florence, aux environs de Prato; au sud, à l'Imprunetta; près de Pietramala, sur la route de Florence à Bologne; au nord de Gênes, au mont Ramazzio, et probablement sur la côte de Gênes à Inurea, etc.

2°. L'*euphotide* d'Hauy (*granitone* des Ita-

liens. *Gabbro* de M. Buch). Roche composée dans les cantons auxquels je restreins mes observations, de felspath compacte ou sublamellaire, de serpentine verdâtre, de diallage métalloïde, et peut-être quelquefois de quarz.

Sur la côte occidentale de Gênes à Savonne; le felspath est grenu, il y a du quarz, et plus de talc que de diallage.

A Voraggio; le felspath est grenu, il y a de la diallage ou du talc vert sale.

A Figline, au nord de Florence; felspath très-compacte, cireux, accompagné de felspath laminaire gris bleuâtre avec diallage et un peu de serpentine verte.

Dans la vallée de Suvero et de Cravignola, au nord de Brugnato, etc.

III. Le terrain *jaspique*, composé de couches ou montagnes de jaspe assez étendues, subdivisées en assises ou même en feuillets très-multipliés et très-parallèles, tantôt rouge à cassure terne et à pâte assez grossière (à Prato; à Pietramala), tantôt rouge à pâte plus fine avec des zônes ou violâtres ou d'un vert sale. Il est assez semblable au jaspe rubané de Sibérie, quoiqu il n'en ait ni la dureté, ni la beauté des couleurs, ni la finesse du grain, et qu'il en diffère encore plus par la parfaite infusibilité (au Montenero près Rochetta).

Ce sont de véritables jaspes. La partie verte et translucide, qui a bien un peu les caractères extérieurs du pétrosilex, est infusible au chalumeau; la partie rouge l'est également, mais elle se décolore, et la surface des esquilles devient un peu luisante.

Ce terrain renferme, comme roche subordon-

née, des lits de jaspe rouge altéré et passant au schiste coticule rouge et, comme minéraux adventices, du manganèse oxidé noir, compacte très-dur, mêlé de quarz cristallisé, et de l'ocre brune ou terre d'Ombre, qui paraît être une altération ou du jaspe ou du schiste rouge coticule manganésifère.

Je n'entrerai pas dans plus de détails sur les roches qui composent ces terrains; plusieurs ont été très-bien décrites par des géologues italiens MM. Viviani, Bardi, Brocchi, etc., et par des géologues français, MM. Faujas, Cordier, etc.

D'ailleurs c'est aux naturalistes qui demeurent sur les lieux à approfondir ces détails, qui exigent du temps et des visites fréquentes du même canton. Je ne prétends donc pas avoir complété cette description, mais l'avoir suffisamment ébauchée pour mon objet.

Je dois arriver maintenant à faire voir dans quels rapports ces roches et ces terrains se trouvent ensemble.

ARTICLE II.

Disposition de ces roches entre elles.

§. Ier. *Observée directement et immédiatement.*

J'ai reconnu ces rapports dans trois endroits principaux éloignés l'un de l'autre, en ligne droite, de plus de 30 lieues communes, et cette connaissance positive acquise m'a donné les moyens de reconnaître la même disposition dans des lieux où elle n'était pas si évidente, et de me contenter d'analogies, dont j'apprécie maintenant la valeur, pour y rattacher d'autres ter-

rains où cette disposition ne se montre que d'une manière incomplète.

Ier. A Rochetta de la Spezia.

Le premier endroit où le rapport de position des trois terrains s'est présenté d'une manière aussi complète qu'évidente est la petite vallée de Cravignola, qui conduit de Borghetto au village de Rochetta ; ce village est lui-même situé à environ 15 kilomètres au nord de Borghetto et de Brugnato et à 36 kilomètres en ligne directe au nord-nord-est de la Spezia.

En suivant le lit du torrent de Cravignola, on entre dans une gorge qui coupe le pied de deux montagnes, et qui en fait voir par conséquent clairement la structure.

Celle de la rive droite, qui est la plus basse, et qui est représentée presque dans son entier (fig. 1 de la pl. Ire.), montre la succession des roches suivantes, inclinées du nord au sud, et se recouvrant mutuellement. Ces roches sont, en allant des plus supérieures aux plus inférieures.

1°. Un *ophiolite diallagique vert* assez homogène, mais très-fragmentaire, et un *ophiolite pétrosiliceux*. Celui-ci est compacte, renferme du pétrosilex blanchâtre, disposé en taches irrégulières qui se fondent en veinules dans la pâte verte. Il contient du fer chromaté, quelques points pyriteux et très-peu de diallage.

2°. Une *euphotide* (ou *granitone* des Italiens) en bancs puissans, assez réguliers dans leur épaisseur, et placé sous l'ophiolite, comme le fait voir la fig. 1 en B. Cette euphotide est composée de felspath ou pétrosilex blanc et verdâtre et de diallage chatoyante en très-grandes lames. Elle présente quelques variétés, dont les principales sont : *a*,

l'euphotide ophiteuse passant à la roche précédente, et n'en différant que par plus de pétrosilex et par la présence de la diallage en grandes lames; *b, l'euphotide calcarifère rougeâtre* à pâte de pétrosilex verdâtre avec lames minces sinueuses de stéatite, ou talc verdâtre et taches rougeâtres nombreuses de calcaire sublamellaire; la diallage y est rare.

Les bancs supérieurs d'euphotide, ceux qui suivent immédiatement l'ophiolite, sont à pâte verte, et on voit que c'est la serpentine qui leur donne cette couleur. Les bancs inférieurs offrent un mélange de vert foncé, de vert pâle, de grisâtre, de blanc et de rouge. La partie rouge n'est pas du jaspe, mais, comme l'a remarqué M. Viviani, c'est du calcaire lamellaire rouge. La diallage y est moins abondante, et la roche est traversée de veines de calcaire spathique.

3°. La roche qui la suit immédiatement en C est un *jaspe* généralement rougeâtre, mais quelquefois rubané ou zôné de violâtre et de verdâtre. Ce jaspe est très-fragmentaire, au moins dans les parties superficielles du terrain. Il est très-nettement stratifié en couches plus ou moins minces, atteignant rarement 2 décimètres de puissance, et réduites souvent en petites couches et presque en feuillets de 3 à 4 centimètres d'épaisseur; ces couches ou lits, fortement inclinées du nord-est au sud-ouest, ou à peu près, sont généralement droites, très-parallèles entre elles, plus épaisses vers la partie supérieure voisine de l'euphotide, très-minces et alors un peu sinueuses dans la profondeur vers le cap qui termine la montagne. Elles sont parfaitement distinctes étant mises à découvert dans une grande partie de

leur étendue et cachées seulement dans quelques points par des plaques de gazon *c*.

Cette montagne, que l'on tourne en remontant le torrent de Suvero, au-delà du village de Rochetta, et dont on voit alors le versant septentrional, montre sur ce versant absolument les mêmes roches et dans la même disposition. L'euphotide y est seulement plus belle et plus propre à donner des masses exploitables. On y remarque, comme sur la partie que je viens de décrire, que l'euphotide à pâte rouge est constamment celle qui touche le jaspe; ce qui semble indiquer qu'elle doit sa couleur à la même cause que cette pierre, et qu'il est à bien peu près de la même époque de formation que ce jaspe.

La montagne, fig. 2, de la rive gauche du torrent de la Cravignola, porte le nom de *Montenero,* et paraît être le pied ou la base de celle qu'on nous a désignée sous le nom de *mont Silva.* Elle n'est pas moins escarpée que celle de la rive droite, et étant comme elle coupée à pic à sa base, elle laisse voir facilement sa structure intérieure, et présente absolument la même série de roches. Le jaspe, qui est ici un peu plus compacte, et les mêmes variétés d'euphotide, s'y offrent dans les mêmes positions.

Mais en continuant de remonter le torrent de Cravignola, comme on pénètre pour ainsi dire dans l'intérieur de la montagne, par suite de l'inclinaison des couches, on doit arriver à voir les roches qui sont situées sous le jaspe, et par conséquent sous les euphotides et sous l'ophiolite; et, en effet, vis-à-vis le confluent du Suvero avec la Cravignola, le jaspe finit tout-à-coup et on voit :

4°. Des lits alternatifs d'une roche schistoïde tendre, très désagrégeable E et de calcaire compacte D, qui succèdent sans interruption au jaspe et dans une stratification qui lui est entièrement parallèle comme on l'a représenté fig. 2, pl. I. La roche schistoïde désagrégeable n'est point un schiste argileux primitif, dans l'acception précise de ce nom, n'est pas même un schiste argileux, comme on pourrait le croire au premier aspect : car le schiste argileux, et sur-tout celui qu'on regarde comme primitif ou même de transition, est généralement dur, à grain fin et serré, souvent luisant ; s'il renferme du mica, celui-ci y est comme fondu et non en paillettes distinctes. La roche schistoïde qui se présente ici sous le jaspe a des caractères presque opposés, elle est tellement terreuse, tellement fragmentaire, qu'on ne peut en prendre aucun échantillon d'un certain volume. Elle est ou jaunâtre sale, ou grisâtre, ou même presque noirâtre. Le mica, quand il s'y rencontre, et il y est fort rare, se montre disseminé en petites paillettes difficiles à apercevoir, et ce qui complète la série de ses différences, c'est de faire une vive effervescence avec l'acide nitrique.

Cette roche, quand elle est homogène, est donc un *schiste marneux grisâtre,* tel que je l'ai caractérisé dans ma Minéralogie, et quand elle renferme du mica, elle se rapporte très-exactement à celle que j'ai nommée ailleurs (1) *phillade micacé terne.*

Ce schiste marneux passe au calcaire com-

---

(1) Classification minéralogique des roches mélangées (*Journal des Mines*, t. XXXIV, p. 5 et suiv.).

pacte par des nuances insensibles et alterne avec des bancs d'un *calcaire compacte fin*, gris de fumee, à cassure conchoïde très-nette, traversée de nombreuses veines de calcaire spathique.

On ne peut donc douter ici de la superposition évidente et immédiate de l'ophiolite, de l'euphotide, roches si nettement cristallisées, et du jaspe sur des roches calcaires qui présentent tous les caractères d'un sédiment.

Avant de quitter cet exemple et le lieu qui l'a fourni, je dois faire connaître quelques autres faits qui compléteront son histoire.

En s'elevant sur le Montenero ou montagne de Silva, en traversant le col de Beverone pour passer par Garbuglaria dans un autre vallon qui rejoint la vallée de la Varra à Madrignano, on a constamment à droite, c'est-à-dire vers l'est, le terrain de jaspe, qui s'élève ici vers le sommet de la montagne, et dans lequel on exploite le manganèse oxidé compacte, qui paraît y être en rognons disséminés. Ce jaspe est plus généralement rouge, et renferme des portions de silex agathe; il est traversé de nombreuses veines de quarz blanc, qui présentent des cavités tapissées de quarz cristallisé. Après le col de Beverone, on voit, à gauche, vers les sommets des montagnes, le jaspe toujours superposé au calcaire et au schiste marneux, s'annonçant par ses fragmens roulés sur les parties de ces montagnes et se faisant reconnaître de loin par sa disposition en bancs puissans et par la couleur rougeâtre de ces bancs. On n'aurait pas pu découvrir la superposition de ces deux roches par cette disposition obscure; mais maintenant qu'on la con-

naît, on retrouve ici facilement l'analogie des positions. Néanmoins, les ophiolites ne s'élevant pas à cette hauteur, on n'en trouve plus autant, et ce n'est qu'en descendant de Beverone vers Madrignano, qu'on les retrouve dans la même position respective.

Quand en montant vers le sommet du mont Silva, on a le jaspe à droite ou à l'est, on voit constamment à gauche, ou vers l'ouest, le calcaire et le schiste marneux sortant de dessous le jaspe; et comme ce terrain calcaire se présente avec une étendue très-considérable, on peut facilement en étudier toutes les particularités.

On remarque que le mélange du schiste marneux et du calcaire compacte est encore plus fréquent et plus complet ici que dans le bas de la montagne. Cette partie de la roche calcaire mélangée d'argile paraissant avoir pris, lors de la dessiccation générale de ces couches, plus de retrait que la roche de calcaire compacte pur, il en est résulté des fentes assez ouvertes qui ont été pénétrées de schiste marneux. Celui-ci ayant été enlevé par une cause quelconque et qu'il n'est pas de mon sujet de rechercher, les parties inférieures des bancs calcaires sont restées divisées en une multitude de prismes perpendiculaires au plan des couches, et séparés l'un de l'autre par des fentes assez ouvertes. Cette disposition, remarquée par Targioni et par les géologues italiens, a fait donner à ce calcaire compacte le nom d'*alberese costellino*, c'est-à-dire, pierre en couteau, parce que les arrêtes de ces prismes sont souvent très-aiguës. Si la roche calcaire qui présente ces prismes était sciée vers leur base et perpendiculairement à leurs pans, la coupe qui en résulterait présen-

terait assez bien cet aspect de ruines qui caractérise les prismes qu'on nomme *marbre ruiniforme de Florence.*

Cette remarque ne doit pas être considérée comme la description d'un fait isolé, ni comme une explication des figures des marbres ruiniformes. Elle se lie avec l'histoire géologique de ces montagnes, en nous conduisant à déterminer la position géologique du marbre de Florence, et à établir, par réciprocité, d'une manière plus certaine celle du terrain calcaire qui porte les ophiolites, les euphotides et les jaspes. Nous retrouverons ce calcaire ruiniforme dans des lieux assez éloignés de celui-ci, et aux environs de Florence, dans une position géognostique qui a, avec celle du terrain que nous décrivons, la plus grande analogie.

IIe. A Monte-Ferrato.

Le deuxième exemple, pris comme le premier sur le revers méridional des Apennins, est le moins complet. Nous n'avons vu que deux terrains différens en superposition évidente; il faut présumer la position du troisième par analogie.

C'est au nord-ouest de Florence, près de la petite ville de Prato, et à l'ouest du village de Figline, sur la montagne nommée *Monte-Ferrato,* que se présente ce second exemple. J'ai eu le précieux avantage d'être conduit par M. Nesti et par M. le comte Bardi, directeur du cabinet de Florence, qui a publié un fort bon mémoire sur les euphotides et les jaspes de Monte-Ferrato.

Cette montagne, visitée sur sa face méridionale, présente un sommet assez arrondi, peu élevé, composé d'ophiolite diallagique, sans aucune stratification distincte, mais disposé, au

contraire, en masses irrégulières comme séparées les unes des autres, sans cependant l'être réellement, et traversées de quelques veines d'asbeste. C'est au sommet de cette masse de serpentine que M. Brocchi croit avoir trouvé et reconnu de la prehnite.

Au-dessous de cette masse puissante, à-peu-près au tiers de la hauteur de la montagne, et toujours sur la face méridionale, paraît, dans la coupe d'un ravin, pl. Ire., fig. 3, le terrain de jaspe, composé de jaspe rouge rude, mêlé d'un peu de jaspe demi-transparent verdâtre. Il est tantôt en feuillets assez minces, tantôt en assises puissantes, mais toujours tellement fragmentaire, qu'on ne peut en obtenir un échantillon solide de la grosseur d'un œuf. Ces asisses très-nombreuses, toutes parallèles entre elles, sont fortement inclinées, et plongent à l'E. N. E. sous l'ophiolite précédent. Mais on croit remarquer qu'au point de contact du jaspe et de l'ophiolite, cette dernière roche est comme altérée ; elle devient blanchâtre, friable, grenue, et a quelque apparence d'une euphotide altérée ou imparfaite.

Au-dessous du jaspe, on parcourt une partie de montagne couverte de terre végétale, de pâturages, de bois, qui ne laisse voir nulle part les roches inférieures à nu et dans leur position primitive. Mais on rencontre de temps en temps de gros blocs de calcaire D, même des têtes de couche; ce calcaire compacte fin, gris de fumée, a tous les caractères de celui de Rochetta, et quoique je ne l'aie pas vu évidemment inférieur au jaspe et à l'ophiolite, on peut présumer qu'il est, comme à Rochetta, placé sous ces roches :

l'analogie l'indique, et aucune observation ne prouve le contraire.

De ce côté de la montagne, l'euphotide manque; mais sur sa face septentrionale et vers sa base, quoique encore dans une situation assez élevée, s'exploite une masse puissante de cette belle roche, qui est ici très-dure. Elle renferme, outre le felspath compacte qui en fait la base, un felspath sublaminaire ayant une légère teinte violâtre et se fondant au chalumeau en émail blanc. Son aspect un peu gras le fait prendre, au premier moment, pour du quarz.

On en fait de grandes et belles meules de moulin.

En redescendant de ces carrières dans la plaine, on retrouve non pas le banc de jaspe, il est probablement trop mince et semble avoir été réduit d'autant que le banc d'ophiolite a augmenté de puissance, mais de petits fragmens de jaspe disséminés sur le sol, qui indiquent sa place, et plus bas le calcaire compacte fin, gris de fumée (1).

IIIe. A Piétramala.

Passons maintenant au troisième exemple de

(1) M. le comte Bardi avait remarqué la position de l'ophiolite sur le jaspe et l'avait annoncée dans un mémoire publié dans le tome II des *Mémoires* de l'institut de Florence : intitulé : *Osserv. miner. sopra alcuni luoghi adjacenti alle pianura dì Prato*. Il dit, page 20 de ce mémoire : « Sur ce jaspe » se trouve tout-à coup implanté le *gabbro* (la serpentine), qui » s'étend jusqu'au sommet. Dans d'autres parties cependant de » ces mêmes montagnes, le jaspe est apposé sur le gabbro. »

Ce qui serait également possible, si ces deux roches sont, comme il le paraît, de formation contemporaine. Mais n'ayant pu revoir cette superposition dans la visite que nous avons faite de cette montagne, M. le comte Bardi, M. Nesti et moi,

la superposition du terrain ophiolito-jaspique sur le terrain calcaréo-marneux. Celui-ci paraît le plus complet : toutes ces roches s'y montrent clairement superposées. Il n'est plus au pied des Apennins, mais placé sur la crête de cette chaîne de montagnes. Il se montre dans un lieu d'un accès facile, je dirais plus, dans un lieu fréquenté par tous les voyageurs, et par conséquent par tous les géologues qui vont de Florence à Bologne.

Comme je visitai ce lieu assez long-temps après les précédens, je crus alors que la superposition que j'avais remarquée à Rochetta, et regardée comme un fait peu connu, devait être décrite dans les ouvrages des géologues ; et ce fut avec étonnement, c'est même encore en me défiant de l'exactitude de mes recherches, que je présume qu'elle leur a échappé, ou plutôt que, séduits par de fausses apparences et conduits par une espèce de préjugé sur l'ancienneté des euphotides et des ophiolites, ils n'ont pas voulu rapporter à la formation des roches à base de serpentine celle qui forme le sommet de ces montagnes.

C'est au sud de Pietramala, sur le bord même de la grande route, tout près d'un lieu célèbre par le gaz hydrogène qui se dégage perpétuellement du sein de la terre, et qui est presque constamment allumé, que se présente un exemple

---

le premier a paru adopter ma manière de voir sur la superposition de l'ophiolite au jaspe.

Il fait remarquer ailleurs qu'on trouve dans ces deux roches des morceaux de calcaire compacte ; mais il les regarde comme produits par la cristallisation et de formation contemporaine au jaspe et à la serpentine.

de cette superposition, aussi claire et plus évidente, s'il est possible, que celle de Rochetta : car ici les roches sont à-peu-près horizontales, comme le fait voir la fig. 4 de la pl. Ire.

Je dois omettre de parler des roches qui se rencontrent avant le point où l'on commence à observer clairement la superposition du terrain ophiolitique ; non pas que l'histoire de ces roches et de leur disposition soit sans intérêt pour la science, mais parce que je n'ai pu l'observer avec le soin suffisant, et qu'elle n'est pas nécessaire pour mon objet principal.

Je dois dire seulement que dès Fontebuona, col de la première ligne des Apennins du côté de Florence, sur la route de cette ville à Bologne, se présente l'alternance du calcaire compacte fin grisâtre, déjà décrit au gîte de Rochetta, avec le psammite calcaire micacé, compacte et schistoïde, alternan de roche ce qu'on ne voit pas aussi clairement à Rochetta. Cette disposition se présente encore au lieu dit le *Maschere*, et parmi les fragmens apportés sur la route du psammite qui alterne avec le calcaire, j'en ai trouvé un, mais un seul, qui renferme quelques corps charbonneux.

Peu après Monte-Carelli, en montant au lieu dit *lo Stale*, paraît une butte isolée, rougeâtre, composée de pierres fragmentaires agrégées, sans stratification apparente, par conséquent d'une véritable brèche formée par la réunion des fragmens de jaspe rouge, d'ophiolite, etc. (1).

C'était, pour ainsi dire, une annonce de la pré-

---

(1) Cette butte, par sa forme, par son isolement, par les couleurs et le mode d'agrégation de la roche qui la compose,

sence prochaine de la roche ophiolitique, de l'euphotide et du jaspe, un avis de bien examiner les montagnes. Nous montions vers un plateau élevé qui forme ici la crête des Apennins ; la stratification était presque horizontale, par conséquent nous pouvions présumer qu'en montant nous quittions les couches inférieures pour arriver dans les supérieures. En effet, après le col de lo Stale, du côté de la Traversa, dans un canton très-montueux qu'on nous a dit s'appeler *Sasso di Castro*, commence à se présenter la succession de roches suivantes qui se continuent presque depuis Maschere jusqu'au delà de Covigliano, à peu de distance au sud de Pietramala. Cette succession de roches devient même d'autant plus distincte, qu'on s'approche davan-

---

a été prise par Ferber pour un terrain volcanique. Il n'hésite pas :

Le Monte-Traverso, dit-il, *est formé de laves et doit son origine à un ancien volcan.* Certainement ce n'en est pas un dans l'acception ordinaire et reçue de ce nom ; mais l'apparence est faite pour tromper, et en arrivant dans ce lieu sans me rappeler aucunement ce qu'avait dit Ferber, nous fûmes frappés de la même idée, et nous ne pûmes nous empêcher de dire que cette colline avait une singulière ressemblance avec les volcans éteints que nous avions vus.

Il n'y a pas que Ferber qui ait eu l'idée qu'un terrain ophiolitique pouvait être d'origine volcanique.

Guettard a remarqué entre Lorette et Ancône des blocs de serpentine dans un terrain qu'il croit volcanique. L'existence du terrain volcanique est loin d'être constatée ; mais l'idée de l'association n'en subsiste pas moins. M. Mackensie dit que les couches d'amygdaloïdes volcaniques de la montagne d'Akkrefell, en Islande, sont traversées par des veines de serpentine de plus d'un mètre de puissance. Enfin, M. de Breislak ne trouve aucune raison pour exclure les roches magnésiennes des produits volcaniques.

tage de Pietramala, et se montre avec la plus grande netteté dans les montagnes presque coupées à pic, qui sont à l'ouest de la route.

1°. Le sommet A, fig. 4, de ces montagnes, qui est escarpé ou à pente très-roide, déchiré par de nombreux sillons ou ravins profonds, hérissé même de petits pics ou mamelons très pointus, est composé d'ophiolite amphiboleux, et sur-tout d'euphotide amphiboleuse, qui ressemble à une diabase, mais qui est beaucoup trop tendre pour appartenir à cette sorte de roches. Ces roches passent, à la base de la montagne, à l'euphotide ophiteuse B, qui présente ici une variété très-remarquable, en ce qu'elle a la structure variolitique et tous les caractères des pierres nommées *variolite*. Les taches blanches me paraissent appartenir au pétrosilex; elles se fondent au chalumeau avec la plus grande facilité, mais avec un bouillonnement très-remarquable. J'en fais une variété particulière, sous le nom d'*euphotide variolitique*.

Cette roche varie en structure minéralogique, et j'aurais pu m'étendre longuement sur ses variétés, si ces détails avaient été utiles à mon objet. Elle a aussi une puissance plus ou moins grande, et offre à son pied d'énormes éboulemens (1).

---

(1) Les circonstances ne m'ayant pas permis de séjourner à Pietramala, je n'ai pu gravir au sommet de cette montagne pour aller examiner en place les variétés de la roche ophiolitique qui la composent; je les ai étudiées dans les immenses éboulemens qui en recouvrent les flancs et qui présentent des masses énormes évidemment détachées des sommets noirâtres non stratifiés, mais déchirés, de cette petite chaîne de montagnes; ils sont tellement volumineux que, si on n'y faisait pas

2°. Au-dessous de cette roche ophiolitique se voit un banc rouge C, d'une puissance à-peu-près

---

une attention suffisante, on pourrait croire que ces masses de roches ophiolitiques sont en place et qu'elles sont inférieures au calcaire : c'est une remarque que je fis faire sur place à mes jeunes compagnons, M. Bertrand-Geslin et mon fils. Mais M. Mesnard de la Groye a suppléé à ce qui pouvait me manquer, en me communiquant avec un généreux empressement les échantillons qu'il a recueillis sur le sommet même de cette montagne. Ils m'ont appris qu'il y avait dans ces ophiolites bien caractérisés des filons et veines de quarz hyalin très-remarquables, renfermant des pyrites; ils m'ont fait voir une euphotide amphiboleuse, dans laquelle le pétrosilex, la diallage, l'amphibole et même la serpentine sont parfaitement distinctes; enfin, une roche porphyroïde, traversée de veines calcaires fort singulières, et qui rattache la formation ophiolitique à celle des porphyres. Au reste, que cette roche ophiolitique soit moins abondante en serpentine que les autres, comme je le soupçonne; qu'elle passe même à la diabase, elle n'appartient pas moins à ce que les géologues appellent la deuxième formation de serpentine. M. de Buch, dans les exemples qu'il donne du gabbro, c'est-à-dire de cette formation, cite Covigliano, et dans la coupe manuscrite qu'il a faite et qui m'a été confiée, il place dans ce lieu un sommet de serpentine.

D'ailleurs, l'association de serpentine ou stéatite avec l'amphibole est bien reconnue et rapportée, comme les ophiolites, à la formation de transition. M. Stifft cite, au S. O. de Neubourg, une couche puissante de stéatite sur un basalte de sédiment altéré et accompagnant une diabase de transition (*grünstein*), placé sur un calcaire de transition, près de Herborn (Leonhard. tasch. 1808, p. 216). M. Daubuisson admet aussi cette association et remarque que le passage des serpentines aux amphiboles est souvent insensible. M. de Bonnard rapporte également comme une chose reconnue près de Hartzburg, au Hartz, le passage de l'euphotide à la diabase par une diabase diallagique, etc. Ainsi, quelle que soit la roche dominante à Covigliano, la masse de la montagne, c'est-à-dire de son sommet, n'en appartient pas moins à la formation ou terrain ophiolitique.

La roche sur laquelle M. Palasson a tant écrit, qu'il nomme

égale dans toute son étendue, sensiblement horizontal, ou du moins très-peu incliné vers le nord. C'est du jaspe en lits à-peu-près parallèles, minces. Il est principalement rouge, mêlé néanmoins de quelques zones verdâtres.

Il est tellement fragmentaire et si brisé par les météores atmosphériques, que ses débris forment de longs talus rougeâtres, qui semblent couler le long des escarpemens, et vont recouvrir en partie les roches suivantes.

3°. Le terrain qui lui est immédiatement inférieur, qui est en bancs dont la stratification est sensiblement parallèle à celle du jaspe, et qui paraît former la base extrêmement puissante de cette partie des Apennins, l'une des plus élevées; ce terrain, dis-je, est principalement composé d'un calcaire compacte D, fin, gris de fumée, à cassure conchoïde, traversé de nombreuses veines de calcaire spathique et d'un calcaire compacte gris-jaunâtre sans veines spathiques. Je désigne ici ses variétés principales, les plus abondantes; mais il en présente d'autres que je n'ai pas cru devoir décrire. Malgré nos recherches, nous n'avons pu voir dans ces roches aucun débris de corps organisé.

Au-dessous de ce calcaire, et alternant avec

---

ophite, et qui est en effet une diabase, passe à l'ophiolite et à l'euphotide amphiboleuse; elle appartient, comme il le remarque lui-même et comme j'ai eu occasion de l'observer près Pouzac, à la formation des serpentines, et il insiste pour prouver qu'elle repose sur un calcaire et sur un calcaire secondaire.

Il faut étudier les détails, nous ne pouvons trop le répéter, mais c'est pour les *évaluer* et non pour les *énumérer*, et il faut savoir, dans la considération des différences, distinguer celles qui sont fondamentales, de celles qui ne sont qu'accessoires.

lui, se présentent le psammite compacte dur et le psammite schistoïde, qui est souvent ici très-micacé F.

C'est du milieu de cette roche que sortent les feux de gaz hydrogène de Pietramala, et ce gîte, pour le dire en passant, est absolument le même que celui des feux de Barigazzo, sur la route de Modène à Pistoie.

Le col qu'on passe au nord de Pietramala est entièrement composé de ce même calcaire compacte fin, et en descendant on retrouve aussi le même psammite micacé en bancs puissans inclinés vers le sud.

Voilà donc ici à-peu-près les mêmes roches qu'à Rochetta, dans le même ordre de superposition. Les variétés très-peu importantes que présentent ces roches sont celles qu'on doit s'attendre à trouver sur toute la terre entre les corps de même nature observés à quelque distance les uns des autres. Mais ici nous avons de plus qu'à Rochetta l'alternance du calcaire et du psammite micacé, d'une roche d'agrégation grossière avec une roche de sédiment fin, et le tout au-dessous de roches dont la cristallisation complète, quoique confuse, indique une entière dissolution préalable.

Tel est le troisième exemple que j'avais à apporter de la superposition évidente des ophiolites et des euphotides, roches cristallisées, sur le calcaire compacte et le psammite micacé, roches de sédiment et d'agrégation. S'il restait quelques doutes sur l'alternance de ces deux dernières roches et sur la superposition du calcaire au psammite, ils seront levés par les faits que j'exposerai plus bas, en essayant de déterminer l'époque de

formation à laquelle on peut rapporter ces roches et par la coïncidence exacte de mes observations sur cette dernière alternance avec celle de M. de Buch.

§. II. *Gisement des ophiolites dans d'autres parties des Apennins, déterminé par analogie.*

Je ne chercherai pas à passer en revue, à l'occasion des observations que je viens de rapporter, tous les terrains d'ophiolite et d'euphotide, pour comparer ce qu'il y a de connu sur leur gisement avec ce que nous venons d'apprendre sur celui des Apennins : cette énumération m'éloignerait beaucoup trop de l'objet principal de mon travail; mais je dois néanmoins examiner si quelque gîte d'ophiolites assez célèbres, et surtout ceux de quelques autres parties des Apennins, présentent une disposition contraire à celle que je viens de faire remarquer, ou s'ils ne paraissent pas plutôt en indiquer une semblable.

J'ai vu le même terrain ophiolitique, c'est-à-dire l'association de l'ophiolite diallagique avec l'euphotide près Monte-Cerboli, dans le Volterranais; au mont Ramazzo, près Gênes; à la Bocchetta, au nord de Gênes; à Castellamonte et à Baldissero, près Turin; et malgré la difficulté de reconnaître ou même l'impossibilité de voir la roche inférieure à ces ophiolites; malgré les différences qu'elles présentent, je crois pouvoir présumer que leur gisement est le même que celui des ophiolites de Rochetta, de Pietramala et de Monteferrato.

A Monte-Cerboli, pl. II, fig. 1, 2, 3. Au sud de Volterra et au-delà de Pomarance en Toscane, en allant aux lagonis de Monte-

Cerboli, on traverse une colline assez haute, assez étendue, qui porte le nom de *Poggio del Gabbro*, fig. 1 (1), et qui est entièrement composée d'ophiolite diallagique. En montant, on trouve, au pied de la colline, le calcaire compacte noirâtre, ensuite des cailloux roulés d'ophiolite et de jaspe, puis l'ophiolite en masse puissante. En descendant du col de Monte-Cerboli, vers le S. S. E. on rencontre d'abord du gypse, qui paraît ici appliqué sur l'ophiolite, et surmonté, dans un endroit, d'un poudingue en bancs puissans presque horizontaux, composé de toutes sortes de roches et notamment de fragmens d'ophiolite; en descendant encore pour arriver dans le vallon des lagonis, après Monte-Cerboli, fig. 2, on quitte l'ophiolite et on rencontre l'euphotide et ensuite le calcaire compacte, dont les bancs nombreux, réguliers, séparés par des lits de calcaire marneux, plongent sous la montagne et par conséquent sous l'euphotide.

C'est dans ce calcaire que sont situés ce que l'on nomme les *lagonis de Toscane* (fig. 3). Leur description et l'indication de leur gisement sont étrangers à mon sujet. Cependant je ne puis m'empêcher de faire remarquer que les vapeurs d'eau bouillante qui sortent avec une violence extrême des fentes de ce calcaire, et qui contiennent l'acide boracique au nombre des substances qu'elles entraînent avec elles, ont leur source au-dessous de cette roche ou au moins dedans. Comme on ne connaît, dans la masse de

(1) Nouvelle preuve que *gabbro* est le nom italien de l'ophiolite ou serpentine, et non de l'euphotide, qui s'appelle généralement *granitone*.

ce calcaire, ni ici ni ailleurs, aucun minéral qui puisse donner naissance à des phénomènes si puissans, si étendus, si généraux dans toute cette contrée, ni aux diverses matières qu'entraînent ces vapeurs, je présume qu'ils ont leur origine au-dessous de ce calcaire, et par conséquent que le terrain le plus nouveau dans lequel on puisse placer le foyer de ces phénomènes appartiendrait à la formation de transition.

Au Monte-Ramazzo.

Le Monte-Ramazzo, montagne située au N. O. de Gênes, qui est une continuation de celle de la Guardia, est composé d'ophiolite diallagique renfermant du cuivre pyriteux, qui donne lieu à une exploitation de sulfate de magnésie, décrite par MM. Faujas, Moyon, Viviani, Cordier, etc., d'euphotide variolitique, rare, il est vrai, mais parfaitement semblable à celle de Pietramala, et de calschiste passant au stéaschiste. Ici, le terrain sur lequel est placé l'ophiolite, est différent du terrain calcaréo-psammitique que j'ai reconnu dans les lieux cités plus haut. Il semble manquer, et l'ophiolite est placé immédiatement dessus un terrain de transition, et peut être même primiordial calcaréo-talqueux, bien différent des précédens. Il a tous les caractères des terrains anciens; le calcaire est presque lamellaire; il est mêlé en lits minces, sinueux et comme fondus avec le schiste luisant et le stéaschiste; mais l'ophiolite n'est recouvert par aucun autre terrain, par conséquent rien n'indique qu'il soit inférieur aux roches que j'ai rapportées à la formation alpine (1).

---

(1) M. Faujas (*Annales du Muséum*, t. VIII, p. 313) dit que dans le torrent de Charavagne on voit la serpentine se lier

L'ophiolite diallagique se présente aussi au col nommé *la Bochetta*, et qui, situé au nord de Gênes, appartient à la crête des Apennins de cette partie de la Ligurie. Sa position est très-difficile à observer : elle paraît être la même que celle du Monte-Ramazzo, c'est-à-dire que cette serpentine serait placée avec ou même dans le stéaschiste et le calschiste qui composent ces montagnes: car rien de ce que j'ai pu voir, rien de ce que rapportent de Saussure, M. de Humboldt, dans les notes qu'il a bien voulu me communiquer, et M. Cordier, ne prouvent une disposition contraire. Mais j'abandonne ce point encore obscur, pour jeter quelques nouvelles lumières sur un gisement peu ou mal connu, en déterminant celui de la roche, ou marbre célèbre, dans les arts, sous le nom de *vert de mer*, et que j'ai nommé *ophicalce veinée*, dans ma classification minéralogique des roches. A la Bochetta.

Cette roche qu'on voit bien à découvert à l'E. du village de Lavezara, semble faire partie d'une montagne composée d'ophiolite et de stéaschiste, c'est-à-dire d'un terrain ophiolitique.

Si nous rappelons qu'à Rochetta, au-dessous de la serpentine, et immédiatement au-dessus du jaspe, nous avons reconnu une euphotide calcaire

---

avec ce calcaire par des veines de calcaire spathique, et il a remarqué l'euphotide variolitique, qu'il décrit sous le nom de *variolite à base de serpentine*.

M. Holland (*Annales de Chimie et de Physique*, t. IV, p. 427) a aussi donné la description de cette montagne et de la fabrique de sulfate de magnésie qui y est établie. Il dit que le *schiste primitif* est indubitablement la base de la formation de serpentine qui repose sur lui en masse considérable et en stratification contrastante.

composée de talc verdâtre, de pétrosilex blanchâtre, d'un peu de diallage et de tâches rouges qui sont en grande partie calcaires; que cette roche est en outre traversée de veines nombreuses de calcaire spathique, et si nous comparons cette euphotide avec le marbre de Lavezara, nous y retrouverons les mêmes caractères de structure et à-peu-près la même composition, et jusqu'aux mêmes couleurs, c'est-à-dire le calcaire blanc spathique, le calcaire rouge stéatiteux, et le talc vert. Ici seulement, le calcaire est dominant et le felspath paraît manquer, car je n'ose affirmer qu'il manque tout-à-fait. Peut-être que des recherches, qu'un voyageur ne peut pas entreprendre, le feront découvrir dans quelques parties de cette roche. Conduit par l'analogie, qu'on peut regarder, en géologie, comme un guide assez sûr, au moins dans un même canton ou système de montagnes, je ne doute pas que le marbre ou l'ophicalce veinée de Lavezara ne soit une modification minéralogique de l'euphotide calcaire de Rochetta, et qu'elle n'ait exactement la même position; par conséquent, que cette roche ne soit, comme l'euphotide, inférieure à l'ophiolite, supérieure au jaspe et au terrain calcaréo-psammitique, et que, loin d'être une roche primitive, comme on l'a dit, elle n'appartienne à une formation postérieure, à celle du terrain ou calcaire alpin, et probablement plus nouvelle que les terrains de transition cités au commencement de ce mémoire.

A Castellamonte, pl. II, fig. 4. Les collines de Castellamonte et de Baldissero au pied du revers oriental des Alpes, à huit lieues au N. O. de Turin, présentent le terrain ophiolitique dans un état d'altération qui semble l'é-

loigner entièrement des terrains que je viens de decrire ou de citer.

Mais quand on ne s'attache pas trop aux détails minéralogiques; qu'on se met, pour ainsi dire, à distance pour faire disparaître ces détails et voir l'ensemble des choses, on reconnaît dans ces collines le terrain ophiolitique avec toutes ses circonstances essentielles. L'ophiolite diallagique s'y présente comme roche dominante, surtout à Baldissero, mais rarement solide; il est même souvent très-altéré, traversé d'une multitude de veines composées de magnésite B. L'euphotide, au lieu d'être en banc au milieu ou dessous la roche, semble y être disséminée en gnons *d* intacts à leur centre, mais allant en s'altérant de plus en plus de ce centre à la surface.

Le jaspe s'y trouve encore, mais il passe au silex corné; il est jaunâtre ou verdâtre, et, au lieu d'être disposé en bancs étendus sous l'euphotide, il forme des filons noduleux *c*, qui se ramifient irrégulièrement au milieu de l'ophiolite magnésien. Il est peu abondant, du moins dans les lieux où je l'ai vu; mais il semble avoir été remplacé par des silex résinites de toutes les variétés, qui sont disposés en petites plaques irrégulières *a*, mamelonnées à leur surface, au milieu des filons de magnésite. Tels sont les traits caractéristiques de ces montagnes, que je n'ai pas l'intention de décrire; car, pour les faire connaître, il faudrait y consacrer plus de temps que je n'en ai mis, et entrer dans des détails qui augmenteraient beaucoup trop l'etendue de ce mémoire.

Cette formation n'est recouverte que par un terrain de transport A, sur lequel je reviendrai

ailleurs; c'est un point intéressant à remarquer, parce qu'il présente le commencement du terrain de sédiment supérieur, qui recouvre une si grande partie de l'Italie depuis Turin jusqu'à l'extrémité de la Calabre.

Ainsi, le terrain d'ophiolite n'est pas plus recouvert ici qu'ailleurs. On ne voit pas, il est vrai, sur quelle roche il repose; mais l'analogie de sa structure et de sa composition avec ceux que j'ai décrits, me portent à présumer qu'il appartient à la même époque de formation qu'eux, et qu'il est, comme eux, postérieur au calcaire alpin, tel que je l'ai défini.

A ces terrains d'ophiolite que j'ai visités, je crois pouvoir ajouter, comme se rapportant à la même époque de formation qu'eux :

Montagne du Dragnon.

L'ophiolite de la montagne du Dragnon du côté de Sasseto, dans la Ligurie orientale, décrite par M. Viviani: elle est si voisine du gîte de Rochetta, et les caractères donnés par ce naturaliste ont tant de ressemblance avec ceux de l'ophiolite de Rochetta, que je ne doute pas qu'elle n'appartienne à la même formation;

Montagne de la Guardia.

L'ophiolite de la montagne de la Guardia, au N. de Gênes, décrit par Saussure. Je regrette de n'avoir pas pu aller visiter ce gisement; car d'après la description de Saussure, il paraîtrait que le jaspe est ici remplacé par un schiste ardoise rouge, et que le calcaire gris alpin, alternant avec du calcaire marneux qu'on trouve immédiatement sous l'ophiolite, est en stratification contrastante avec le calschiste, et le calcaire noirâtre traversé de veines spathiques, qui se montre près de Gênes et près des bords de la mer, et qui présente beaucoup mieux que

tous les calcaires de ce canton les caractères du terrain de transition. Or cette discordance de stratification est une indication, sinon certaine, du moins très-probable, d'époques de formations différentes.

Tout concourt donc à faire voir que le terrain d'ophiolite ou de serpentine des Apennins, loin d'être sous les schistes de transition, comme l'ont pensé des géologues célèbres; loin d'appartenir à la formation primiordiale; loin même de la suivre de très-près et d'être ou un dernier membre de cette formation, ou une des plus anciennes roches de la formation de transition, comme l'ont dit MM. Debuch, Faujas, Viviani, Cordier, Cortesi, Brocchi, et peut-être tous les géologues, est, au contraire, une des dernières roches de cette formation, si même elle lui appartient, c'est-à-dire si on veut absolument comprendre dans le terrain de transition le calcaire psammitique des Apennins et le calcaire alpin, qui est, comme je vais essayer de le prouver, de la même époque que celui des Apennins et peut-être même plus ancien que lui.

ARTICLE III.

Détermination de l'époque à laquelle appartient le calcaire psammitique immédiatement inférieur aux ophiolites.

Mais il ne suffit pas d'avoir reconnu, aussi clairement qu'on puisse le désirer, l'ordre de superposition des roches que je viens de décrire, il faut maintenant déterminer, s'il est possible, à quelle époque de formation, c'est-à-dire à la-

quelle des grandes divisions de roches qui composent l'écorce du globe on doit rapporter celles qui nous occupent, ou au moins les plus inférieures, car celles-ci déterminent à très-peu près l'âge des autres.

Les géologues ont généralement admis les trois grandes divisions des terrains non volcaniques établies par M. Werner et ses nombreux disciples : les *terrains primitifs*, les *terrains de transition*, et les *terrains secondaires* ou de *sédiment*; mais ces derniers, étudiés avec plus de soin depuis peu de temps, ont montré la nécessité d'une subdivision, et je crois avoir été un des premiers à l'établir sous les désignations de *terrains de sédiment, inférieurs, moyens*, et *supérieurs*, en donnant à chacun de ces groupes des limites aussi précises que l'état de la science pouvait le permettre.

Je ne rappellerai ici ni les motifs de ces divisions, ni les caractères des terrains qu'elles renferment: ce sont des choses connues, développées dans les ouvrages de géologie, et dont les détails allongeraient trop ce travail. Je me contenterai de rappeler, comme une chose moins connue et qui n'est peut-être pas admise par tous les géologues, les limites que j'assigne à ces différens terrains de sédiment.

Les terrains de *sédiment inférieur* s'étendent depuis les dernières roches de transition jusqu'au calcaire à gryphites inclusivement. Ils renferment, notamment le terrain houillier, le calcaire alpin des géologues allemands, le *lias* et *mountain lime stone* des géologues anglais.

Les terrains de *sédiment moyen* s'étendent depuis le calcaire précédent jusqu'au dessus de

la craie, et renferment principalement le calcaire du Jura compacte, blanchâtre et oolithique, et la craie. C'est un terrain extrêmement étendu, sur lequel j'aurai occasion de revenir dans un autre mémoire.

Le terrain de *sédiment supérieur*, nommé aussi terrain tertiaire (1), s'étend depuis la craie exclusivement, ou depuis les argiles plastiques et les lignites inclusivement, jusqu'à la surface de la terre, ou plutôt jusqu'aux derniers dépôts marins de l'ancienne mer.

Le terrain inférieur aux ophiolites peut être rapporté soit au terrain de transition, soit au terrain de sédiment inférieur. Quelle que soit l'opinion qu'on adopte, il faudra toujours admettre un fait assez nouveau en géologie, c'est-à-dire un terrain de transition bien différent par ses caractères de ceux qu'on rapporte généralement à cette formation, ou des ophiolites et des euphotides d'une formation bien nouvelle, puisque, dans la seconde hypothèse, elles seraient postérieures au moins aux terrains de sédiment inférieur ou alpin.

La première idée qui se présente, celle qu'a eue et qu'a publiée un géologue italien justement célèbre, M. Brocchi, est que les terrains inférieurs aux ophiolites appartiennent à la formation de transition. Des géologues qui ont eu de nombreuses occasions de voir et d'étudier ces terrains, MM. de Buch, Buckland, etc., n'ad-

(1) Je regarde ces noms numératifs comme très-impropres, en ce qu'ils restreignent d'avance les divisions. Celui-ci, par exemple, sous-entendant tout-à-fait ou le terrain primitif, ou e terrain de transition, oblige à laisser en un seul groupe les masses énormes des terrains dits secondaires, etc.

mettent pas cette détermination et les regardent comme beaucoup plus nouveaux.

Je suis disposé, malgré l'autorité très-respectable que j'ai citée plus haut, à me ranger de l'avis de ces derniers géologues et surtout de M. de Buch, et à rapporter ces terrains à la formation de sédiment inférieur, c'est-à-dire à une formation ou ensemble de roches à laquelle ces terrains ressemblent beaucoup plus par tous les caractères qu'ils présentent, qu'à ceux de transition proprement dits.

C'est en comparant les terrains en question avec ceux qui sont reconnus par presque tous les géologues, les uns pour terrains de transition, les autres pour terrains sédiment inférieur ou alpin, qu'on pourra arriver plus sûrement à la solution de cette question.

Mais pour rendre la comparaison plus parfaite, il faut compléter les caractères du terrain sous-ophiolitique des Apennins, en examinant dans d'autres lieux que ceux que j'ai cités, des terrains, qui, me paraissant exactement de même formation et qui étant même reconnus pour tels par les géologues italiens, offrent dans leur structure, dans les corps qu'ils renferment et dans leur position, des particularités caractéristiques que les gîtes de Rochetta, de Prato et de Pietramala même ne présentent pas d'une manière ou aussi claire ou aussi complète.

§ I. *Identité des terrains sous-ophiolitiques décrits plus haut avec des terrains pris dans d'autres parties des Apennins.*

A Doccia près Florence. Le premier lieu que je citerai, parce qu'il n'est pas loin de ceux qui ont fait le sujet principal de

ce mémoire, parce que j'ai pu l'étudier avec soin, parce qu'il présente d'une manière complète la suite des roches qui forment le terrain calcaréo-psammitique, est le parc de *Doccia di Sesto*, au N. de Florence, village où est située la manufacture de porcelaine de M. le marquis Ginori. La partie de la montagne exposée au S. O. fait voir, dans beaucoup de parties, la roche à nu. On y reconnaît des couches obliques :

1°. D'un calcaire compacte fin, gris de fumée pâle, à cassure conchoïde, traversé de nombreuses veines de calcaire spathique, et absolument semblable à celui de Rochetta et de Pietramala;

2°. D'un psammite calcaire dur, micacé, traversé de veines spathiques, et entièrement semblable à celui de Pietramala, de Barigazzo, etc.;

3°. D'un phyllade marneux terne.

Ces trois roches alternent ensemble, je ne dis pas sans ordre réel, mais sans ordre reconnaissable encore; il n'y a jusque-là aucune différence entre ce terrain et celui qui est sous les ophiolites à Rochetta et à Pietramala. Le calcaire est la roche commune aux trois points; le psammite calcaire, commun aux gîtes de Pietramala et de Doccia, établit la ressemblance de ce dernier lieu avec Rochetta, où je n'ai pas vu le psammite, et avec Barigazzo, où je n'ai pas vu le calcaire.

Mais ici il y a dans ce calcaire une particularité que je n'ai pas eu occasion d'observer dans les autres lieux, c'est la présence du silex corné en nodules nombreux, disposés sur une même ligne. Cette particularité semble éloigner beaucoup ce calcaire de celui qui est regardé comme

appartenant aux terrains de transition généralement reconnus pour tels.

A Fiesole près Florence.

La haute colline de Fiesole, au N E. de Florence, faisant, comme celle de Doccia, partie de la première ligne des Apennins de ce côté, est célèbre par les nombreuses carrières qui y sont pratiquées et qui fournissent les pierres employées dans toutes les constructions de Florence. Elle fait voir, depuis le tiers environ de sa hauteur jusqu'à son sommet, un psammite calcaire micacé très-solide, grisâtre, bleuâtre, jaunâtre, en bancs tantôt horizontaux, tantôt très-inclinés dans divers sens, mais plus particulièrement vers le nord. Ce psammite, absolument semblable à celui de Doccia, de Pietramala et de Barigazzo, etc., alterne avec des lits plus ou moins épais de phyllade jaunâtre micacé, et fait voir des fragmens de psammite schistoïde brunâtre, qu'on a pris quelquefois pour des portions de végétaux. Or cette roche étant regardée comme *grauwake*, par MM. Debuch, Brocchi, etc., par conséquent comme roche de transition; étant la même que celle que l'on trouve dans le parc de Doccia, à deux lieues de Fiesole, en stratification concordante avec le calcaire à silex, établit, avec une grande présomption, que ce calcaire, malgré l'aspect de nouveauté que lui donne la présence du silex, appartient à la même formation que le psammite de Fiesole.

Si dans la montagne de Fiesole on ne trouve pas le calcaire en place alternant avec le psammite, on voit au pied de la montagne de nombreux fragmens de cette roche, qui indiquent qu'il n'est pas loin.

Si ensuite on se transporte de l'autre côté de la vallée de l'Ombrone, sur la colline de Seravalle, à l'O. et à peu de distance de Pistoie, on retrouve un calcaire compacte gris de fumée, traversé de veines spathiques semblables à celui de Doccia, de Rochetta, de Pietramala ; ce calcaire renferme en outre des veinules de fer spathique ; il alterne avec un calcaire marneux, brun, schistoïde, mais assez solide, laissant voir à peine quelques paillettes de mica, et semblable en cela à celui de Rochetta, et avec des psammites calcaires, durs, micacés, et des phyllades pailletés, jaunâtres, semblables à ceux de Doccia, et ne différant de ceux de Fiesole que par le peu d'épaisseur de leur banc. A Seravalle.

Plus bas, c'est-à-dire encore plus à l'O. et vers la mer, entre Lucques et Massa-Rosa, on remarque au-dessus d'un calcaire très-différent des précédens, et dont, pour cette raison, je ne dois pas parler, des bancs de calcaire compacte, gris blanchâtre ou un peu jaunâtre, mais à grains très-fins, à cassure écailleuse, traversé de veines de calcaire spathique, et semblable, par ces caractères et à la nuance de couleur près, à ceux de Rochetta, de Pietramala, de Seravalle, de Doccia, et renfermant, comme ce dernier, du silex corné en lits minces ou en rognons disposés sur une même ligne. Ces circonstances font déjà présumer, si même elles ne le prouvent pas entièrement, que le calcaire à silex est de même formation que les psammites calcaires, que les phyllades ternes, que le calcaire compacte gris de fumée, etc., et qu'il est par conséquent A Massa-Rosa.

inférieur, comme toutes ces roches, à la formation d'ophiolite.

Je pourrais multiplier les citations et par conséquent les rapprochemens; mais ceux que j'aurais à ajouter ne présentant rien de plus frappant que les précédens, je crois avoir assez fait connaître ces terrains pour être à même maintenant de les comparer avec ceux que l'on désigne généralement: les uns, sous le nom de *terrain de transition*; les autres, sous ceux de *calcaire alpin* ou de *terrain de sédiment inférieur*.

§ II. *Comparaison de ces terrains avec les terrains de transition les plus généralement reconnus pour tels.*

Si nous comparons d'abord les terrains que je viens de décrire avec ceux que presque tous les géologues rapportent à l'époque de transition, nous ne trouvons entre eux que très-peu de ressemblance.

En effet, dans les terrains des Apennins nous voyons tantôt des roches grisâtres de calcaire compacte assez pur, mais sans aucune apparence cristalline dans sa pâte, passant au contraire à la texture schistoïde et à l'état marneux; tantôt des roches arénacées, micacées, toujours calcarifères et presque marneuses, ne renfermant aucun des débris organiques semblables à ceux qu'on admet dans les terrains de transition, étant stratifiés très-régulièrement et souvent presque horizontalement, contenant soit dans leur sein, soit dans des roches qui sont avec eux en stratification parallèle et continue des silex cornés, ne renfermant, dans les lieux assez nombreux

où j'ai pu les observer immédiatement sous les ophiolites, aucun de ces métaux si communs dans les terrains de transition, aucune roche classique interposée, etc.

Quel rapport, dis je, peut-on trouver entre ces terrains et les terrains de transition à schistes argileux, à phyllades pailletés purs, c'est-à-dire non calcaires, renfermant des jaspes schistoïdes et des ampelites alumineux, alternant avec les calcaires noirs sublamellaires presque toujours fétides, renfermant des minerais de plomb et de zinc, des antracites, etc., et qu'on voit en Angleterre, aux environs de Bristol, dans le pays de Galles, à Altenlead en Northumberland, etc., avec ceux de Norwege décrits par M. de Buch, qui sont si bien cristallisés qu'on serait tenté de les rapporter aux terrains primitifs, sans les calcaires noirs et les ampelites alumineux renfermant des débris organiques, qui en font partie.

Si les psammites grenus de Clausthal ont, au premier aspect, quelque ressemblance avec certains psammites des Apennins, ils en diffèrent encore bien plus par la présence des grains de felspath, auxquels ils doivent en partie leur structure grenue, par les nombreuses veines métalliques et de calcaire spathique qui les traversent; et cependant aucun de ces psammites ou phyllades du Harz n'est calcaire, ni le schiste argileux dur de Nægenthal près d'Altenau, ni le phyllade jaunâtre pailleté de Schalk près de Schulenberg, qui renferme tant de débris d'entroques, ni celui du Rammelsberg, enfin aucun de ceux du Harz que j'ai essayés ne fait effervescence; toutes les roches psammitiques des Apennins sont, au contraire, très-effervescentes.

Ce que je viens de dire du Harz s'applique aux terrains de transition de la Saxe, qui, par leur aspect, diffèrent peut-être encore plus que ceux-ci des terrains calcaréo-psammitiques des Apennins.

Les calcaires noirs sublamellaires des environs de Namur, de Mons, etc., que tous les géologues rapportent aux terrains de transition anciens, n'ont aucune ressemblance avec les calcaires gris compactes des Apennins.

Les terrains transitifs que j'ai vus en France à Montchatou près de Coutances et qui ressemblent tant à ceux de Bristol; ceux des environs de Cherbourg que, j'ai décrits et qui se composent de schiste argileux jaunâtre non effervescent, de schiste ardoise, d'ampelite alumineux, de roches felspathiques, granitoïdes, etc.; ceux des environs d'Angers, qui consistent principalement en un phyllade ardoise paillettè, renfermant des débris organiques, mais non effervescens; tous ces terrains, dis-je, comparés avec les terrains calcaréo-psammitiques des Apennins, présentent des différences aussi nombreuses que frappantes.

Dans les Pyrénées mêmes, les phyllades paillettés noirs avec empreintes végétales, et les psammites schistoïdes brunâtres micacés du port de Gavarnec, que quelques géologues rapportent aux terrains de transition, ont un aspect extérieur, une couleur, une disposition générale qui les distinguent des roches arénacées et phylladiques des Apennins; et ce qu'il y a encore de remarquable, c'est que dans les Pyrénées, malgré le voisinage de ces roches et du terrain calcaire, aucune d'elles ne fait effervescence, tandis que toutes celles des

Apennins qu'on voudrait leur comparer sont mélangées de chaux carbonatée.

Si nous nous rapprochons des pays qui renferment le sujet de nos observations, en prenant pour objet de comparaison dans la chaîne des Alpes la Tarentaise, terrain de transition devenu classique par la savante description qu'en a donnée M. Brochant, nous ne trouvons encore, malgré la proximité des lieux, que très-peu de points de ressemblance. Dans la Tarentaise, la masse générale des roches est cristallisée ou grenue; le schiste rubané de la Magdeleine, dont la base est compacte, est traversé de calcaire saccaroïde dans toutes les directions; le seul calcaire d'apparence compacte qu'on y indique, est celui du Bonhomme qui, par sa couleur blanc jaunâtre, par la finesse de son grain, qui le rend presque translucide, par la présence remarquable du felspath et du quarz, et en cristaux disséminés qu'il renferme, s'éloigne considérablement du calcaire compacte qu'on voit au-dessous des ophiolites dans les parties des Apennins que j'ai décrites. Dans ce dernier terrain, au contraire, la masse générale des roches est compacte, sédimenteuse, arénacée même, et, pour quiconque a vu l'un et l'autre, les différences apparentes et réelles sont immenses. M. Brochant dit (1) que le *terrain de transition de la Tarentaise doit être regardé comme des plus anciens* de cette classe, nous osons avancer que si le terrain calcaréo-psammitique des Apennins est rapporté à la for-

(1) *Journal des Mines*, t. XXIII, n°. 137, p. 378. Consultez également l'énumération des roches, p. 322, et les p. 366 et 372.

mation de transition, il doit être placé parmi les plus nouveaux de cette classe.

Ces sujets de comparaison me paraissent suffisans pour établir la différence des terrains calcaréo-psammitiques qui, dans la partie des Apennins que j'ai décrite, sont inférieurs aux euphotides, avec les anciens terrains de transition, et par conséquent avec les seuls qu'on puisse regarder comme appartenant à une époque très-distincte.

Si l'on compare maintenant les mêmes terrains avec ceux que j'ai désignés sous le nom de *terrains de sédiment inférieur*, et qu'on appelle vulgairement *terrains secondaires alpins*, nous y trouverons plusieurs points de ressemblance malgré les différences qu'ils présentent encore.

Je me bornerai à donner pour exemple les terrains que j'ai eu occasion de visiter, et qui, tant par la comparaison exacte que j'en ai pu faire, que d'après l'opinion générale des géologistes les plus distingués, peuvent être rapportés avec certitude aux terrains alpins proprement dits.

§ III. *Comparaison des terrains sous-ophiolitiques avec les terrains de sédiment inférieur dits* alpins.

Bords du lac de Come.

Je prendrai mon premier exemple sur le revers méridional des Alpes et sur les rives du lac de Come, depuis la ville de Come jusqu'à Nobialla, vers le milieu du lac et même un peu au-delà.

Les roches qui bordent ce lac, sur-tout sur la rive occidentale, sont, vers la base de ces collines, un calcaire noirâtre plus ou moins bi-

tumineux en couches nombreuses, généralement peu puissantes et quelquefois même assez minces, pour servir à couvrir les maisons à la manière des ardoises, alternant avec du calschiste noirâtre, et traversé de veines de calcaire spathique perpendiculairement aux fissures de stratifications. Ces couches, quoique inclinées dans toutes sortes de directions, quoique contournées même dans toutes sortes de sens, indiquent cependant un relèvement général vers le N. E., c'est-à-dire vers les montagnes primordiales qu'on trouve à Bellano et à Rezzonico.

Voilà un terrain qui, pour bien des géognostes, présente un grand nombre des caractères qu'on attribue aux terrains de transition; et si on ajoute qu'auprès du village nommé *la Cadenabbia*, j'y ai observé des points de zinc sulfuré et des madrépores, comme dans le calcaire de Namur, Bristol, etc., j'aurai presque complété l'ensemble des caractères du calcaire de transition.

Mais si, d'un autre côté, j'ajoute que ce même terrain renferme un assez grand nombre de coquilles fossiles, telles que des ammonites et notamment des *turbo* et des bivalves, qui ressemblent à des isocardes, toutes coquilles trop mal conservées pour être déterminables, qu'on n'y voit ni entroques, ni orthocératites, beaucoup de géologues ne voudront plus l'admettre parmi ces anciens terrains, qui, selon eux, ne présentent aucun des corps organisés que je viens de nommer.

Or, si ces terrains mêmes qui offrent les caractères de la formation de transition bien plus prononcés que les roches calcaires psammitiques des Apennins, ne peuvent pas y être rapportés

sans discussion, ne doit-on pas attacher ces derniers à une époque encore plus récente?

J'aurais sur le revers septentrional et N. O. des Alpes un bien plus grand nombre d'exemples. Je me contenterai d'en citer trois :

Dans l'Oberland.

I. La gemmi au-dessus des bains de Leuk dans le Valais, et cette partie des Alpes qui règne depuis cette montagne jusqu'à celle du Pillon, ou à la naissance du val d'Ormond, et qui comprend l'origine des vallées transversales de Kander, d'Adelboden, d'Anderlenk, de Gsteig.

Ces montagnes présentent, comme celles des bords du lac de Come, des couches minces, extrêmement multipliées, très-inclinées, souvent sinueuses, même contournées et comme tordues dans toutes sortes de sens, mais souvent aussi presque horizontales ; les roches qui les composent varient peu : les principales ou dominantes sont :

1°. Un calcaire compacte fissile, d'un brun presque noir, passant au calschiste, et traversé de veines de calcaire spathique mêlé de quarz;

2°. Un calschiste luisant, noir et comme enduit d'antracite brun ou grisâtre, et passant au phyllade pailletté ;

3°. Un calcaire compacte noirâtre, renfermant des parties grisâtres, siliceuses ou sableuses, tantôt en nodules disposés sur une même ligne, tantôt en zone (en descendant dans la vallée de Wender-Eck), et passant au psammite calcaire, même au quarzite (vers Frutigen) ;

4°. Des phyllades marneux, paillettés, noirâtres.

Je ne parle pas du gypse qui s'y trouve interposé, qu'on commence à voir au Möserberg, et qui, suivant M. de Charpentier, se continue

jusqu'à Bex et dans ses environs. Cette circonstance, qui ne se présente pas partout, ne détruit point la ressemblance du reste du terrain avec celui des Apennins, et l'examen que j'en ferais m'éloignerait de mon sujet. On remarquera qu'ici tout est calcaire, sableux et micacé, comme dans les Apennins, que les couleurs y sont peu foncées, mais que les roches compactes ou d'apparence terreuse et arénacée qui en composent les nombreuses assises, les éloignent tellement des autres terrains de transition cités plus haut, que la plupart des géologues les ont considérés comme d'une formation plus nouvelle, ou au moins très-différente, et leur ont assigné le nom de *terrain* et de *calcaire alpin*. Si à ces caractères j'ajoute qu'on y trouve des coquilles fossiles, très-rarement il est vrai; que j'y ai cependant trouvé une empreinte d'ammonite ou de nautile, les géologues qui ne veulent pas admettre cette coquille dans les terrains de transition (1), trouveront dans ce fait un argument de plus pour séparer les terrains des Alpes de l'Oberland, des terrains de transition proprement dits.

II. La montagne des Fis, au N. E. de Servoz, dans la vallée de Sallanche. Montagne de la vallée de Sallanche.

Elle présente des assises nombreuses presque horizontales, et on doit y noter les roches suivantes comme dominantes et caractéristiques :

1°. Des roches schistoïdes, très-nombreuses, très-peu variées, mêlées de mica, ayant l'aspect

(1) On ne peut cependant s'y refuser, puisque M. Brochant a remarqué, décrit et figuré une coquille de ce genre trouvée dans le marbre dit *roche tarentaise*, qui fait partie d'un des terrains de transition les mieux caractérisés.

luisant du schiste luisant primordial, mais en différant essentiellement par la grande quantité de chaux carbonatée qu'elles renferment;

2°. Un calcaire compacte fin, gris de fumée, à cassure écailleuse, absolument semblable à celui de Rochetta, et traversé comme lui de veines de calcaire spathique;

3°. Des calschistes noirs ou des phyllades ternes non calcaires, qui ressemblent à ceux des bords du lac de Côme et du revers septentrional de la Gemmi, et qui renferment comme eux des ammonites rares, il est vrai, mais qui paraissent être toutes de la même espèce, autant du moins que leur état de conservation permet d'en juger (1).

Vallée de le Linth.

III. Le troisième exemple que je pourrais rapporter, serait pris des montagnes calcaires des environs de Glaris, de la vallée de la Linth jusqu'au Pantenbruck et même au mont Dœdï. Non-seulement ces montagnes présentent le même calcaire brunâtre ou noirâtre, le même calschiste, les mêmes phyllades paillettés que ceux que je viens de faire remarquer dans les montagnes alpines précédentes; mais ces roches, plus noires, plus solides, plus sublamellaires, ont encore plus les caractères qu'on attribue aux terrains de transition, et cependant elles sont encore plus qu'elles considérées comme appartenant au terrain alpin ou de sédiment inférieur; et on y trouve, comme dans les montagnes pré-

(1) Il faut bien se garder de rapporter à ce terrain les coquilles fossiles qu'on trouve sur le revers septentrional du sommet de la montagne des Fis Elles appartiennent, comme j'aurai peut-être occasion de le dire ailleurs, à une formation tout-à-fait différente.

cédentes, au milieu d'un phyllade marneux, terne, qui paraît presque homogène, qui est noir comme l'ardoise de Glaris, qui, loin d'être superposé aux couches, en fait partie; on y trouve, dis-je, des ammonites de la même espèce que celui du lac de Come.

L'échantillon que je possède vient, il est vrai, du calschiste de l'Oberhassli, canton géographiquement différent de celui de Glaris, mais géologiquement le même: car cette contrée fait partie de la chaîne calcaire qui renferme l'Eigerhorn, et le mont Dœdï; d'ailleurs, la roche qui enveloppe cet ammonite est entièrement semblable aux nombreux phyllades marneux ou calschistes noirs des montagnes qui m'ont servi d'exemple; mais comme j'aurai probablement occasion de revenir sur ces montagnes, dans une note sur le gisement des poissons fossiles de cette vallée, je crois suffisant d'indiquer cette partie des Alpes au nombre des terrains comparables aux terrains calcaréo-psammitiques des Apennins.

Les terrains calcaréo-psammitiques, composés essentiellement de calcaire compacte gris de fumée, veiné de calcaire spathique, de calcaire schistoïde marneux, de psammite micacé calcaire, qui, dans une partie des Apennins, sont situés immédiatement sous le terrain ophiolitique, me paraissent très-différens tant par leurs caractères minéralogiques, que par leur époque de formation, des terrains de *transition anciens* généralement reconnus pour tels, et que j'ai cités au commencement de cette comparaison.

Ils me paraissent même présenter des caractères plus sédimenteux et indiquer une forma-

tion encore plus nouvelle que les terrains alpins que je viens de citer, et qui sont composés de calcaire brunâtre et de phyllades micacés renfermant quelquefois des corps organisés, et désignés généralement sous le nom de *terrains alpins* ou de *sédiment inférieur*.

ARTICLE IV.

Opinions des géologues sur le gisement des serpentines (ophiolites) *et des euphotides.*

J'ai dit que la plupart et peut-être même tous les géologues avaient eu et avaient même publié sur l'époque de gisement de l'ophiolite, une opinion qui paraît reporter cette roche à une époque de formation beaucoup plus ancienne que celle que semblent lui attribuer les observations que j'ai faites dans les Apennins. Je n'entreprendrai pas de rapporter leurs opinions, ce serait répéter ce qui est dans la plupart des ouvrages de géologie; cependant je ne puis pas non plus les passer entièrement sous silence, parce qu'il peut résulter de l'examen de plusieurs de ces opinions quelques lumières pour la distinction plus précise des différens terrains d'ophiolite.

On sait que les géologues de l'école de Werner distinguent, avec ce père de la géognosie, deux formations de serpentine ou de terrain ophiolitique: l'une, appartenant, selon eux, aux terrains primitifs, renferme la serpentine noble, l'ophicalce grenu, le steaschiste, etc., et alterne avec le calcaire saccarroïde, etc.; l'autre, qu'ils rapportent aux derniers membres ou dernières

roches du terrain primitif, renferme les ophiolites compactes ou serpentines communes.

Tous conviennent que la distinction de ces deux formations est difficile à établir et par conséquent à reconnaître clairement. Or en rapportant les terrains ophiolitiques des Apennins que j'ai décrits ou cités à la seconde formation, on a vu qu'ils sont dans une position qui les rattache à une époque beaucoup plus reculée que celle des *derniers terrains primitifs* ou des schistes argileux de transition. C'est de l'opinion des géologues italiens et de ceux qui ont parlé de la géologie des Apennins, que je dois premièrement et principalement m'occuper.

MM. Viviani et Cordier ont visité les environs de Rochetta, la montagne de Montenero qui est à l'E. de ce village, et les gîtes de manganèse, de terre d'Ombre, de jaspe et d'euphotide qu'elle renferme.

M. Viviani (1), en 1807, en décrivant la montagne du Dragnon et celle de Montenero, donne des détails très-exacts sur la structure et la nature des ophiolites diallagiques, des euphotides calcaires, des jaspes qui la composent; mais il ne parle pas de leur gisement, et regarde l'euphotide comme une *roche primitive*. On était alors si pénétré de cette opinion, qu'ayant remarqué une croûte serpentineuse qui couvre en quelques endroits le sol argileux sur la pente méridionale du Montenero, il suppose que cette montagne s'est trouvée anciennement et de ce côté

(1) Voyage dans les Apennins de la Ligurie. Gênes, 1807.

en contact avec celle de serpentine (page 16), et M. Brocchi est disposé à admettre cette explication.

M. Cordier, qui a visité cette même montagne en 1809 et qui a donné la statistique minéralogique du département des Apennins (1), s'étant plus attaché à la partie technologique qu'aux considérations géognostiques, a décrit le Montenero, les serpentines, les euphotides (sous le nom de *granite de diallage*) les jaspes, le manganèse et l'ocre brune qu'ils renferment, sans parler explicitement des rapports géognostiques de ces roches avec le calcaire psammitique des Apennins.

Seulement, il rapporte aux *terrains primitifs* l'euphotide et toutes ses variétés, l'ophiolite compacte, schisteuse et diallagique et le steaschiste, et aux *terrains secondaires* les jaspes, les calcaires, les schistes marneux et les ardoises noirâtres et calcaires qu'on exploite à Lavagne, et qui donnent une nouvelle preuve de l'alternance des psammites calcaires et micacés avec des phyllades calcaires, des schistes marneux et des calcaires; il y rapporte également les calcaires compactes gris et noirâtres, veinés de calcaire spathique et même le marbre dit *portor*, de Porto-Venere.

J'ai dû sur-tout étudier les ouvrages, les observations et les opinions de M. Brocchi, le géologue, qui, dans ces derniers temps, a le mieux fait connaître la structure des Apennins. J'ap-

(1) *Journal des Mines*, n°. 176. Août, 1811.

précie l'avantage que j'ai eu de m'entretenir avec lui sur le sujet de ce mémoire, et je ne le cite pas uniquement comme un hommage que je rends à ce savant et laborieux géologue, mais comme une autorité dont je m'appuie pour donner plus de force aux résultats généraux que je tire de mes observations.

M. Brocchi (1) établit d'abord que les roches que j'ai décrites sous le nom de *psammite micacé schistoïde*, de *phyllade pailletté*, et qu'il nomme *macigno*, ne sont point des schistes argileux; il les rapporte à la *grauwake*, et y admet dans plusieurs points, à Fiesole, à Sestola, etc., des débris végétaux, mais jamais de coquilles marines, au moins dans celui de Toscane.

Il rapporte cette roche, le calcaire compacte gris de fumée, à cassure écailleuse, etc., et le psammite calcaire des environs de Florence, dit *pietra-forte*, aux terrains de transition, et cependant il y indique une ammonite. Il ne donne pas à ces calcaires le nom de *calcaire des Apennins*; mais il applique ce nom à un calcaire blanc très-homogène, renfermant des silex, qui se confond souvent par ses caractères avec le calcaire du Jura, mais qui en diffère par la finesse de son grain, etc.

Il regarde la serpentine comme la *roche primitive* la plus généralement répandue dans tous les Apennins de la Ligurie orientale, où elle est *recouverte*, dit-il, *par le calcaire de transition, le schiste argileux, la grauwake*, etc., et il

(1) *Conchiologia fossile subapennine con osservazioni geologiche sugli Apennini e sul suolo adjacente.* Milano, 1814.

cite la *Spezia*, *Monte-Cerboli* (1) et même le calcaire noir de transition à Pian-del-Monte. Elle est accompagnée de jaspe à Fiegline près Prato (c'est celle de Monte-Ferrato décrite plus haut); il conjecture que le jaspe fait partie d'un sol général, postérieur à la serpentine, et même formé long-temps après (2). Il rapporte l'opinion de M. Bardi sur la position du jaspe inférieur à la serpentine de Monte-Ferrato; mais séduit par l'idée généralement admise que la serpentine est de formation primitive, il l'invite à s'assurer du fait (3); il dit avoir vu au même endroit le jaspe superposé au calcaire, etc.

M. le conseiller Cortesi (4) pense que la ser-

---

(1) Tome I, p. 36.

(2) *Ibid.*, p. 49.

(3) *Ibid.*, p. 50. — Cet assentiment est si général, que je suis disposé à soupçonner que dans plusieurs pays, dans l'Italie même, il y a deux formations de roches ophiolitiques, non parce qu'aux environs de Gênes, tant au nord de cette ville que sur la côte, les roches à base de serpentine gisent immédiatement sur des calschistes de transition, cela prouve seulement que le terrain calcaréo-psammitique manque dans cet endroit; mais parce que la plupart des géologues italiens les admettent. M. Brocchi sur-tout dit formellement dans son mémoire sur le promontoire d'Argentaro et sur l'île de Giglio: « que la serpen-» tine, très-commune dans tout le Siennois, se trouve, comme » au promontoire d'Argentaro, à la partie la plus inférieure, » c'est-à-dire au-dessous du schiste argileux, de la brêche » silicéo-calcaire, de la grauwake et du calcaire, qu'elle est » par conséquent la plus ancienne et doit appartenir à la *for-» mation primitive* ou à la *période de transition* la plus an-» cienne ». A la Falda-dello-Scalandrino, on la voit, dit-il, recouverte par le calcaire qui constitue le sommet de la montagne. (*Bibliot. ital.*, 1818, tome XI, p. 76, 237 et 356.)

(4) *Saggi geologici degli stati di Parma e Piacenza*, 1 vol. in-4°. Piacenza, 1819.

pentine des Apennins appartient aux *terrains de transition*, et la croit, avec tous les géologues, inférieure au calcaire des Apennins, et lorsqu'il l'a vue surmonter cette roche, il suppose avec eux qu'elle perce le terrain calcaire dont elle est couverte à Gropallo, près le torrent de Nure, dans les états de Parme (1).

Il place le psammite (*arenaria*) sous le calcaire, en le regardant comme la plus ancienne des roches stratifiées des Apennins.

M. Debuch a dit, dans son Voyage en Norwege (t. 1, p. 476, trad. franç.), et dans son mémoire sur le Gabbro, que l'euphotide est une des roches les plus nouvelles parmi les *primitives*, et que cette roche et la serpentine se placent entre le schiste argileux primitif et le schiste ardoise, et il cite Gênes, où la serpentine est, dit-il, *sous* le schiste argileux de transition. Il cite aussi Chiavari, près de Sesti, et Lavagna, les environs de la Spezia, Prato près Florence, etc.

Dans la coupe des Apennins de Bologne à Florence, faite par ce géologue, et qui m'a été communiquée manuscrite, il a indiqué l'ophiolite aux environs de Pietramala et de Covigliano; mais il ne donne rien sur son gisement.

J'ai rapporté, à l'occasion du gisement de Monte-Ferrato, ce qu'en a dit M. Bardi, et j'ai cité MM. Faujas, Viviani, Mojon et Holland, en parlant des ophiolites de Monte-Ramazzo.

M. Marzari Pencati, dans une notice qu'il

(1) *Ibid.*, p. 91 et 127.

vient de publier dans le journal intitulé l'*Observateur Vénitien*, septembre et octobre 1820, *sur la superposition et le gisement discordant du granite sur un calcaire secondaire*, dit quelques mots des serpentines. Il indique un filon de serpentine traversant le calcaire alpin à Canzocoli et entre Forno et Predazzo, dans la vallée de l'Avizio. Il parle du passage de ce qu'il appelle le *granite tertiaire à trois substances* à la roche de serpentine : je suis très-flatté de me trouver encore de même opinion avec M. Marzari sur ce point. L'euphotide, roche nommée *granitone* par les géologues italiens, appelé *granite de diallage* par M. Cordier, roche de parfaite cristallisation, qui n'a aucun caractère volcanique, qui renferme plusieurs des élémens des granites, se trouvant sur un terrain d'apparence aussi nouvelle que celui que j'ai décrit, dispose à admettre avec moins de difficulté le gisement du vrai granite sur ces mêmes roches. J'ai vu ce granite chez M. Mazari, et il m'a paru semblable en tout à celui de Cherbourg.

Mais il y a deux naturalistes moins lus, antérieurs même à tous ceux que j'ai cités, qui ont apperçu ce fait.

La premier est Ferber, qui dit formellement *qu'il a des raisons de croire que le gabbro* (la serpentine) *de l'Imprunetta est placé sur un terrain calcaire..... Que c'est un calcaire gris compacte qui renferme des rognons de pyrite.* L'état de la science à l'époque où il a écrit (en 1772), ne lui permettait de tirer aucune conséquence générale de cette observation.

Le second est M. Palassou, ce naturaliste de Pau, qui poursuit jusqu'à la fin d'une longue vie des travaux qui supposent bien de l'activité, de la patience et de l'instruction. Il a observé dans les Pyrénées une roche dont les caractères, la détermination et la position l'ont perpétuellement occupé, et à laquelle il a donné le nom d'*ophite*. L'ophite de M. Palassou est une diabase; mais c'est une diabase mal caractérisée, qui d'une part passe à l'amphibolite, de l'autre au trappite, et de l'autre à l'ophiolite, comme il le dit, et comme je l'ai observé moi-même sur les lieux, à Pouzac, près de Bagnères : eh bien, cette roche, qui ressemble en tous points à celle de Pietramala, est superposée comme elle au calcaire, et à un calcaire que M. Palassou rapporte au calcaire secondaire. Voilà donc au pied des Pyrénées, comme au sommet des Apennins, à une distance de plus de deux cents lieues, la même roche formée par cristallisation, présentant à peu près les mêmes modifications, placée dans l'un et l'autre lieu, sur un calcaire formé par voie de sédiment. Ce fait nous étonne moins maintenant qu'il commence à devenir vulgaire; mais il fallait, dans le temps où M. Palassou l'a remarqué, une bonne méthode dans la manière d'observer pour le voir, et une sorte de courage pour le dire. Aussi a-t-il insisté toute sa vie sur ce fait, et n'a-t-il pas craint d'écrire des volumes pour le prouver.

Les géologues qui ont publié des ouvrages généraux ont tous émis la même opinion : on la trouve dans Reuss, et dans tous les élèves anglais et allemands de l'école de Werner. Nous

nous bornerons à citer les plus modernes, ceux dont les travaux viennent, pour ainsi dire, de paraître.

M. de Breislak (1) regarde, avec tous les géologues qu'il cite, MM. Cordier, Brocchi, Faujas, Viviani, etc., les roches de serpentine comme appartenant aux dernières chaînes des terrains primitifs, et ne cite ni en Italie ni ailleurs aucun exemple de terrains ophiliotiques d'une formation plus moderne.

M. Daubuisson, tout en admettant avec les géologues de l'école de Werner deux formations de serpentine, et rapportant la seconde à l'époque de transition, ne trouve pas d'exemples clairs et authentiques à donner pour établir l'époque de formation de cette dernière ; il regarde aussi l'euphotide comme appartenant au dernier terme des formations primitives (2).

M. de Bonnard, dans son article *Terrain* du Dictionnaire d'histoire naturelle, établit, avec tous les géologues, deux formations de roches ophiolitiques ; il rapporte aux terrains primordiaux, la première, composée d'euphotide et d'ophiolite souvent calcarifère, et dans ce cas c'est du calcaire grenu, et la seconde, plus compacte, etc., aux derniers temps de cette formation; il cite aussi les ophiolites et euphotides des Apennins, comme *s'enfonçant au-dessous des plus anciens terrains intermédiaires*. Il prévient qu'il règne beaucoup d'incertitude et d'obscurité sur les gisemens des deux formations d'ophiolite.

---

(1) *Institutions géologiques*, 1818, tome I, § 267.

(2) *Élémens de géologie*, 1820, t. II, p. 160 et 170.

Il paraît résulter des faits et des rapprochemens présentés dans ce mémoire :

1°. Une connaissance assez exacte des rapports de la serpentine et de l'euphotide avec le jaspe ;

2°. Une détermination précise des roches sur lesquelles les précédentes sont immédiatement placées ;

3°. Des exemples assez nombreux et authentiques de l'existence des roches ophiolitiques et jaspiques sur un calcaire de sédiment et sur des roches d'agrégation, sableuses et micacées ;

4°. Des preuves directes que les terrains d'ophiolite de Rochetta de la Spezia, de Prato, de Pietramala, de l'Imprunetta, du Volterranais, doivent être regardés comme de formation postérieure à des roches de sédiment et d'agrégation, et des présomptions puissantes, tirées de l'analogie, que les terrains ophiliotiques de la Guardia, du Monte-Ramazzo, de la Bocchetta, etc. dans les Apennins; de Musinet, de Baldissero et Castellamonte, aux pieds des Alpes, et même que les terrains de diabase ophiteux des Pyrénées, doivent être rapportés à cette même formation;

5°. Enfin, que des terrains analogues aux granites par leur structure cristalline, se répandant de nouveau à la surface du globe après l'existence des corps organisés, sont venus recouvrir des terrains de sédiment et d'agrégation renfermant des débris de ces corps :

Ce fait se présentant avec les mêmes circonstances dans des lieux très-éloignés, il y a lieu de croire qu'il a été général comme la plupart des phénomènes géologiques relatifs à la succession régulière et sensiblement parallèle des couches du globe.

Explication des Planches.

Pl. I. Fig. 1 et 2.

Coupe naturelle des deux bords du vallon de Cravignola, près Rochetta, à 15 kilomètres au N. de Borghetto, au N. du Golfe de la Spezia.

Fig. 1, Rive droite du torrent.

Fig. 2, Rive gauche du torrent, ou base du Montenero; escarpement faisant face à celui de la rive droite.

A, Ophiolite diallagique vert.
B, Euphotides.
a, Euphotide ophiteuse.
b, Euphotide calcarifère rougeâtre.
C, Jaspe rougeâtre mêlé de zones verdâtres.
D, Calcaire compacte fin, gris de fumée, veiné de calcaire spathique.
E, Schiste marneux grisâtre.

Fig. 3, Coupe d'une partie de Monte-Ferrato, près Prato di Sesto, au N. O. de Florence.

A, Ophiolite diallagique.
B, Ophiolite diallagique passant à l'euphotide altérée.
C, Jaspe rougeâtre et jaunâtre.
D, Calcaire compacte fin, gris de fumée, en blocs erratiques.

Fig. 4, Figure indicative de l'escarpement qu'on voit à l'ouest de la route après Pietramala en allant de Bologne à Florence entre Maschere et Covigliano.

A, Ophiolite amphiboleux.
B, Euphotide amphiboleuse et euphotide variolitique.
C, Jaspe rougeâtre mêlé de zones verdâtres.
D, Calcaire compacte fin, gris de fumée, veiné de calcaire spathique.
E, Psammite compacte dur, et psammite schistoïde.

Pl. II.

Fig. 1, 2, 3, Disposition des ophiolites, du calcaire compacte et du phyllade micacé terne, qu'on observe dans divers points en allant de Poggio-del-Gabbro au sud de Volterra aux Lagonis de Monte-Cerboli.

Ces coupes sont *théoriques*, c'est-à-dire qu'elles ne sont pas la représentation exacte des terrains observés, mais seulement l'indication graphique de la disposition des roches, telle qu'elle paraît devoir résulter des points observés à diverses distances, rapprochés sur la figure, et mis dans les rapports qu'on a cru reconnaître entre ces différentes roches.

Fig. 1, Colline nommée *Poggio-del-Gabbro.*

C, Fragmens de jaspes au pied septentrional de la colline.
D et E, Calcaire compacte gris de fumée, et schiste marneux plongeant sous l'ophiolite A.
G, Gypse qui paraît être sur l'ophiolite.
H, Argile alternant avec le gypse.
P, Poudingue siliceux en stratification transgressive.

Fig. 2, Descente vers le village de Monte-Cerboli.

B, Ophiolite mal déterminé, mêlé d'euphotide.
D et E, Calcaire compacte gris de fumée, plongeant sous ces roches.

Fig. 3, Indication graphique de la disposition des Lagonis et des éruptions de vapeurs aqueuses dans le vallon au pied de la colline de Monte-Cerboli.

D, Calcaire compacte gris de fumée, etc., en couches très-inclinées et très-brisées, dans la partie méridionale conduisant à Castel-Nuovo.
d, Indication des débris et éboulemens calcaires vers le vallon des Lagonis.

M, Masse sans structure d'argile boueuse, de schiste marneux, de blocs et fragmens calcaires composant le fond de la dépression en forme de bassin, d'où se dégagent avec impétuosité les vapeurs aqueuses et sulfureuses V.

L, Lagonis proprement dits ou petits lacs ou mares d'eau boueuse et chaude, que traversent avec impétuosité et violence les vapeurs aqueuses et sulfureuses contenant l'acide boracique.

Fig. 4, Disposition de la magnésite dans la coupe naturelle de la colline de la Castellamonte, près Turin.

A, Terrain de transport composé de cailloux roulés dans sa partie superficielle, et de sable rougeâtre dans sa partie profonde.

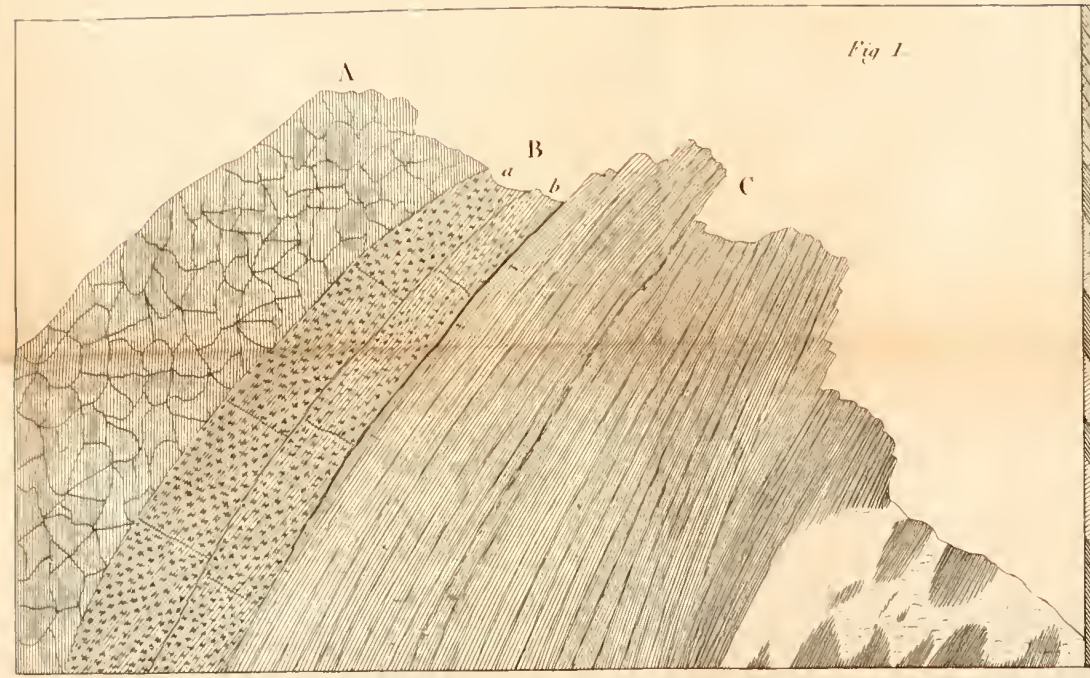
B, Masse d'ophiolite désagrégé vert pâle, dans laquelle serpentent et s'anastomosent les filons ou veines de magnésite *a*.

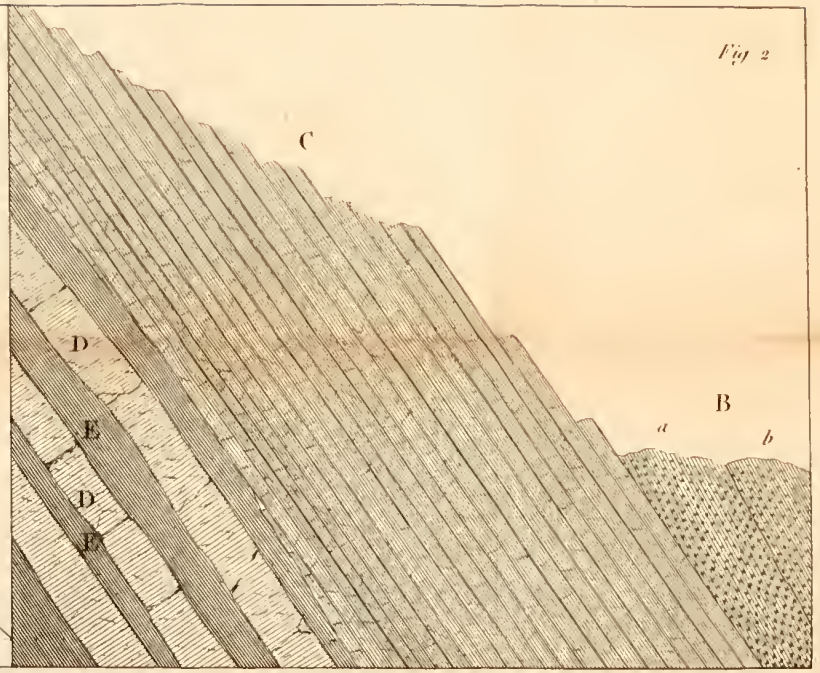
a, *a*, *a*, Veines de magnésite.

b, Silex calcédoine en plaquettes mamelonnées, etc., au milieu de quelques-uns de ces filons.

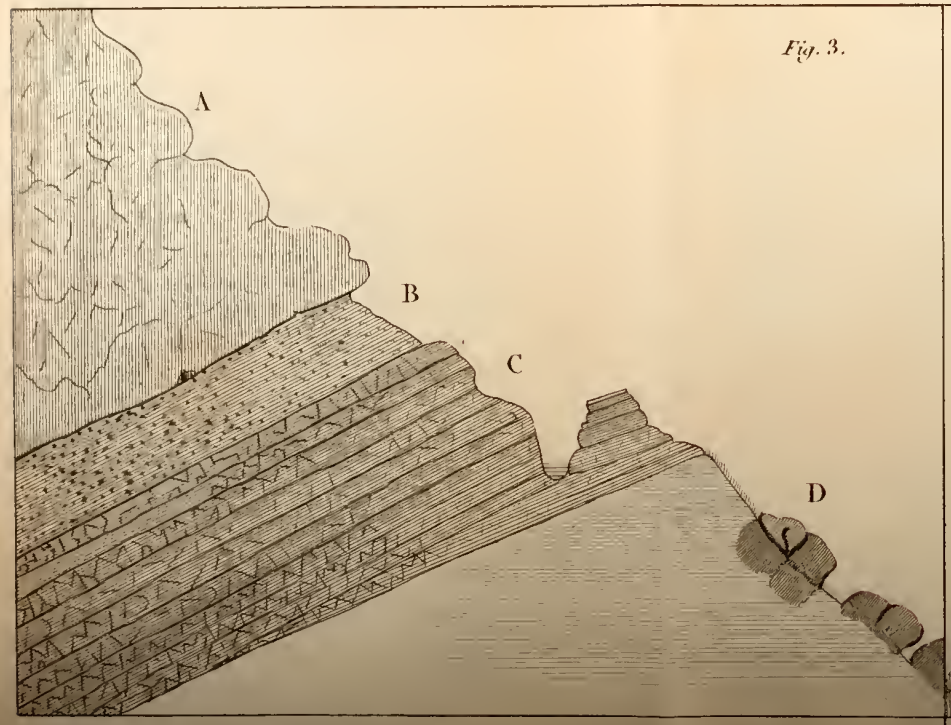
c, Filons de silex corné, verdâtre, concrétionné.

d, Nodules ou blocs d'ophiolite felspathique vert brunâtre, à peine altérés dans le centre et se désagrégeant par couches concentriques.

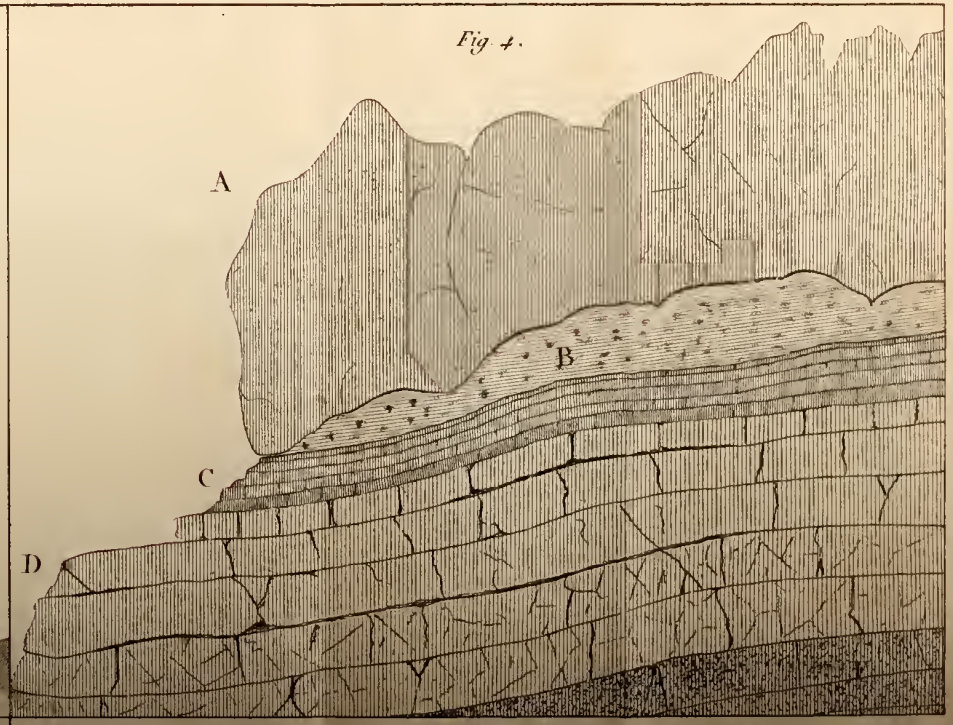




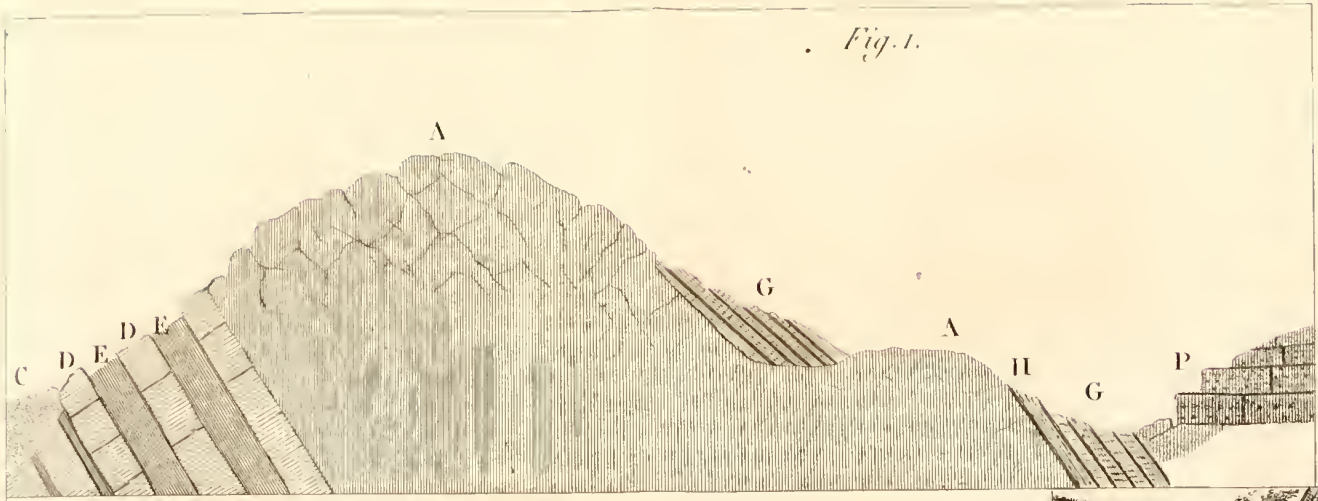
Superposition de l'Ophiolite A. *des Euphotides* B. *du Jaspe* C. *du Calcaire compacte* B. *et du Schiste marneux* E. *dans le vallon de Cravignola a 36 Kil. au N.N.O. de la Spezia.*

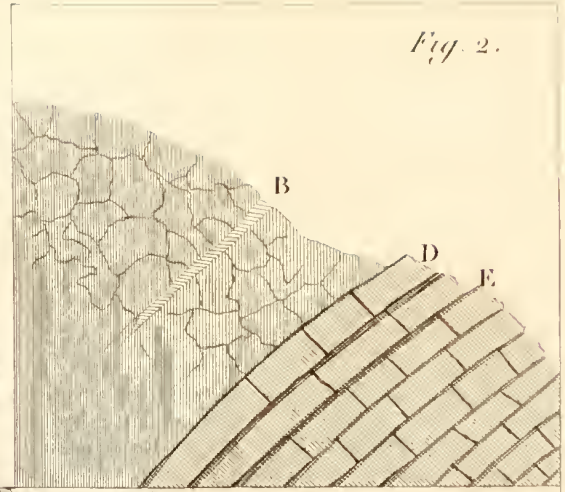


Monte-ferrato au N.O. de Florence.



Au S. de Pietramala route de Bologne à Florence.





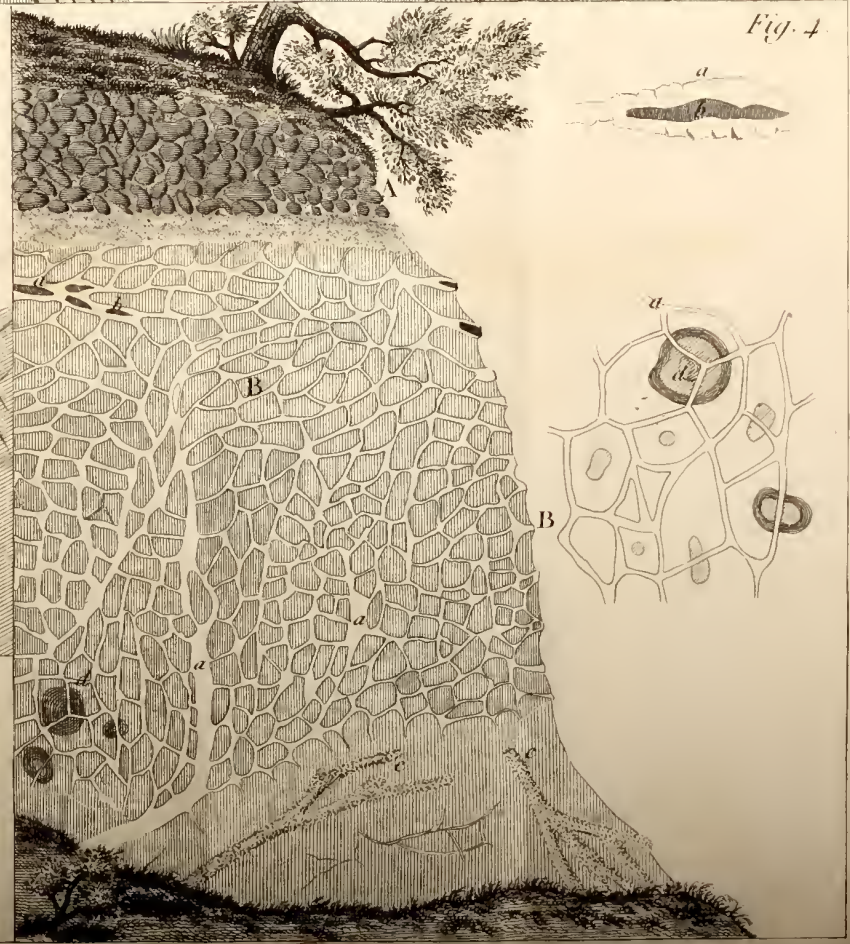


Fig. 1. 2. Disposition des Ophiolites et du Calcaire compacte aux environs de Monte-cerboli.

Fig. 3. Indication de la disposition des Lagonis de Monte-cerboli.

Fig. 4. Magnesite de Castellamonte près Turin.